



Attorney Docket # 5341-16

Patent

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Kiyono IKENAKA et al.

Serial No.: 10/651,679

Filed: August 29, 2003

For: Optical Pickup Apparatus and Optical Element

Examiner:

Group Art: 2655

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on

April 15, 2004
(Date of Deposit)

Thomas Langer

Name of applicant, assignee or Registered Representative

Thomas Langer
Signature

April 15, 2004
Date of Signature

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is a certified copy of each foreign application on which the claim of priority is based: Japan on September 05, 2002, No. 2002-260636, Japan on December 18, 2002, No. 2002-366642, Japan on July 03, 2003, No. 2003-191060, Japan on July 25, 2003, No. 2003-201863, respectively.

Respectfully submitted,
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By *Thomas Langer*
Thomas Langer
Reg. No. 27,264
551 Fifth Avenue, Suite 1210
New York, N.Y. 10176
(212) 687-2770

April 15, 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 7月25日

出願番号
Application Number: 特願2003-201863
[ST. 10/C]: [JP2003-201863]

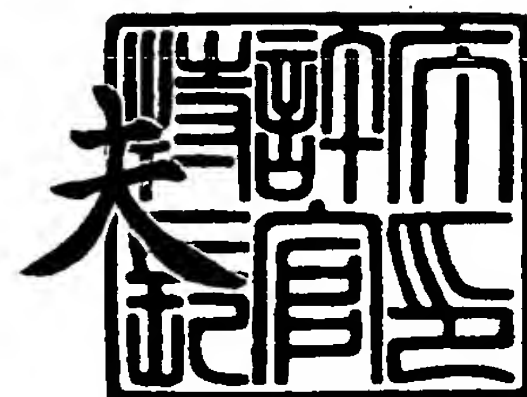
出願人
Applicant(s): コニカミノルタホールディングス株式会社



2003年 9月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3075774

【書類名】 特許願

【整理番号】 DKY01525

【提出日】 平成15年 7月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式
会社内

【氏名】 池中 清乃

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式
会社内

【氏名】 新 勇一

【特許出願人】

【識別番号】 000001270

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090033

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒船 博司

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-366642

【出願日】 平成14年12月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 027188

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109427

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置及び光学素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($t_1 \leq t_2$) の第 2 光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$) の第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

前記光ピックアップ装置は、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を備え、

前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、前記光ピックアップ装置に含まれる前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ同じ角度で入射させ、

前記第 1 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第 2 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 前記回折光学素子は、対物光学素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】 前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ無限平行光として入射させることを特徴とする請求項 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】 前記回折光学素子は、前記波長 λ_1 の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】 前記回折光学素子は、前記波長 λ_2 の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載

の光ピックアップ装置。

【請求項 6】 前記回折光学素子は、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子及びコリメータとは別に設けられた光学素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】 保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($t_1 \leq t_2$) の第 2 光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$) の第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

前記光ピックアップ装置は、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置される第 1 互換光学素子と、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源のうちのある 1 つの光源のみの光路か、又はある 2 つの光源の共通光路に配置される第 2 互換光学素子とを備え、

前記第 1 互換光学素子は、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、少なくとも 1 つの光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 1 互換機能を有し、

前記第 2 互換光学素子は、前記第 1 互換光学素子と組み合わせられる事により、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、他の光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 2 互換機能を有し、

かつ、前記光ピックアップ装置は、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を備え、

前記第 1 互換光学素子、第 2 互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面に、光軸を中心とした複数の輪帯状光学面が形成され、前記複数の輪帯状光学面は段差面を介して連続的に形成され、

前記第 1 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第 2 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 8】 前記第 1 互換光学素子是对物光学素子であることを特徴とする請求項 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】 前記第 2 互換光学素子は位相差板であることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】 前記第 2 互換光学素子は液晶素子であることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】 前記第 2 互換光学素子は回折光学素子であることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 12】 前記第 1 互換光学素子と、前記第 2 互換光学素子と、前記回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束に対してほぼ等しい光学系倍率を有するとともに、

前記第 1 互換機能及び前記第 2 互換機能は、波長差に基づく球面収差及び光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差を補正することを特徴とする請求項 7 ～ 11 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 13】 前記光学系倍率がほぼ 0 であることを特徴とする請求項 12 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 14】 前記第 1 互換光学素子と、前記第 2 互換光学素子と、前記回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束に対して異なる光学系倍率を有するとともに、

前記第 1 互換機能及び前記第 2 互換機能は、波長差に基づく球面収差、光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差及び前記集光光学系の光学系倍率の差に基づく球面収差を補正することを特徴とする請求項 7 ～ 11 のいずれか一項

に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 15】 前記第 1、第 2 及び第 3 光情報記録媒体上に形成される集光スポットのうち少なくとも一つの集光スポットに対し、温度補償及び／又は色収差補償を行うための光学的補正素子を有することを特徴とする請求項 1～14 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 16】 前記波長 λ_1 の光束により前記第 1 光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を NA_1 、前記波長 λ_2 の光束により前記第 2 光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を NA_2 、前記波長 λ_3 の光束により前記第 3 光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を NA_3 とした場合に、

$$NA_3 < NA_1$$

$$NA_3 < NA_2$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 17】 前記複数の輪帯状光学面が、前記第 1 互換光学素子、第 2 互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面であって、前記第 3 光情報記録媒体に開口数 NA_3 の集光スポットを形成する前記波長 λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

前記複数の輪帯状光学面のうち、光軸を含む輪帯状光学面を R_s 、光軸から最も離れた輪帯状光学面を R_l とすると、

前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束を、それぞれの光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用い、

前記第 1 回折構造により生じる前記波長 λ_3 の光束の k (k は自然数) 次の回折光により前記第 3 光情報記録媒体に集光スポットが形成され、

前記輪帯状光学面 R_l を通過した前記波長 λ_3 の光束を、前記第 3 光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用いることを特徴とする請求項 16 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 18】 前記第 1 回折構造が、前記回折光学素子の少なくとも一つの光学面であって前記第 3 光情報記録媒体に開口数 NA_3 の集光スポットを形成する前記波長 λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

$$k = m / 2$$

$$370 \text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 430 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} \leq \lambda_3 \leq 810 \text{ nm}$$

を満たすことを特徴とする請求項 17 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 19】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_1 及び λ_2 の光束は、それぞれの光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光することを特徴とする請求項 17 又は 18 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 20】 前記輪帯状光学面と前記第 1 回折構造とが、前記回折光学素子の同一面に形成されることを特徴とする請求項 18 又は 19 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 21】 前記 m 次の回折光及び前記 n 次の回折光の回折効率は共に 80% 以上であることを特徴とする請求項 17 ～ 20 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 22】 前記 k 次の回折光の回折効率は 40% 以上であることを特徴とする請求項 17 ～ 21 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 23】 前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差は $0.050[\lambda_3 \text{ rms}]$ 以下であることを特徴とする請求項 17 ～ 22 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 24】 前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差が最小となる光軸方向の位置に対して、前記波長 λ_3 の光束の近軸光線は光源側に集光することを特徴とする請求項 17 ～ 23 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 25】 前記波長 λ_1 と λ_2 の光束が同じ発散角で又は同じ無限光として前記回折光学素子に入射し、

前記第 1 回折構造は、前記波長 λ_1 と λ_2 との差が原因で前記第 1 回折構造が設けられている光学面の屈折機能により生じる球面収差と、保護基板厚 t_1 と t_2 との差により生じる球面収差とを、前記波長 λ_1 と λ_2 との差による回折効果で補正することを特徴とする請求項 17 ～ 24 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 6】 $m = 8$ 、 $n = 5$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 ~ 2 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 7】 $m = 6$ 、 $n = 4$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 ~ 2 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 8】 $m = 2$ 、 $n = 1$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 9】 $k = 1$

を満たすことを特徴とする請求項 2 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 0】 $k = 0$

を満たすことを特徴とする請求項 2 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 1】 $m = 5$ 、 $n = 3$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 2】 $k = 2$

を満たすことを特徴とする請求項 3 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 3】 $m = 2$ 、 $n = 2$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 4】 $k = 1$

を満たすことを特徴とする請求項 3 3 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 5】 $m = 3$ 、 $n = 2$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 6】 $k = 2$

を満たすことを特徴とする請求項 3 5 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 7】 $m = 1 0$ 、 $n = 6$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 ~ 2 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 8】 前記第 1 回折構造が、所定の非球面形状の光学面に形成される光軸を中心とした複数の回折輪帯と、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも

一つの回折輪帯の光学面上に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を付与する光路差付与構造とを備え、

前記回折輪帯の光学面は、前記光路差付与構造が無いと仮定した場合、前記波長 $\lambda 1$ の光束の $m B 1$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 2$ の光束の $m B 2$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 3$ の光束の $m B 3$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させる、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、

前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、前記波長 $\lambda 1$ の光束の m 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 2$ の光束の n 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 3$ の光束の k 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、

$$m = m B 1 - m D$$

$$n = m B 2 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

$$k = m B 3 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 ~ 2 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

但し、 $m D$ は光路差付与構造が無いと仮定した場合（回折構造のみを備えるものと仮定した場合）の各光束の回折次数を指す。

【請求項 3 9】

$$1. \quad 9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2. \quad 1 \times \lambda 1$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 ~ 3 8 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 0】 前記輪帯状光学面 $R s$ を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束と、前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束とが、光軸方向に $10 \mu m$ 以上離れて集光することを特徴とする請求項 1 8 ~ 3 9 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 1】 前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$$1. \quad 5 \mu m \leq D \leq 2. \quad 0 \mu m$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 8 ~ 4 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

ップ装置。

【請求項 4 2】 前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$$2.0 \mu\text{m} \leq D \leq 3.0 \mu\text{m}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 8 ～ 4 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 3】 前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$$3.0 \mu\text{m} \leq D \leq 4.5 \mu\text{m}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 8 ～ 4 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 4】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_3 の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 λ_3 の光束との、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、

$$-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 8 ～ 4 3 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 5】 前記波長 λ_3 の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする請求項 1 8 ～ 4 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 6】 前記波長 λ_1 と λ_2 の光束のうち少なくとも 1 つの光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴とする請求項 4 0 ～ 4 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 7】 前記輪帯状光学面の数が 2 ～ 1 0 のいずれかであることを特徴とする請求項 4 0 ～ 4 6 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 8】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_l を通過した前記波長 λ_2 の光束とが、光軸方向に $5 \mu\text{m}$ 以上離れて集光することを特徴とする請求項 1 8 ～ 3 9 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 9】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 λ_2 の光束と

の、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、

$$-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$$

を満たすことを特徴とする請求項 48 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 50】 前記波長 $\lambda 2$ の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする請求項 48 又は 49 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 51】 前記波長 $\lambda 1$ の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴とする請求項 48 ～ 50 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 52】 前記輪帯状光学面の数が 2 ～ 10 のいずれかであることを特徴とする請求項 48 ～ 51 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 53】 前記第 1 回折構造が、前記輪帯状光学面 $R s$ を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束が通過する領域に形成され、

前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過後、集光スポットを形成する波長 $\lambda 3$ の光束の集光位置 $f B 3$ は、前記波長 $\lambda 3$ の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの最良像面位置に対して、光軸方向において、

$$|f B 3| \leq 5 \mu m$$

を満たすことを特徴とする請求項 18 ～ 39 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 54】 前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域が屈折面であることを特徴とする請求項 53 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 55】 前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域に第 2 回折構造が形成されていることを特徴とする請求項 53 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 56】 前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光束が入射した場合に、前記

第 1 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせと、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせとが異なることを特徴とする請求項 5 5 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 7】 前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光束が入射した場合に、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせが 1、1、1 であることを特徴とする請求項 5 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 8】 前記輪帯状光学面 R 1 を通過した前記波長 $\lambda 1$ の光束は、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光することを特徴とする請求項 5 3 ～ 5 7 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 9】 前記輪帯状光学面 R 1 を通過した前記波長 $\lambda 2$ の光束は、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光することを特徴とする請求項 5 3 ～ 5 8 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6 0】 前記輪帯状光学面 R 1 に連続する二つの段差面のうち、光軸に近い方の段差面の光軸に平行な距離は他方の段差面の光軸に平行な距離と比較して短いことを特徴とする請求項 5 3 ～ 5 9 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6 1】 前記輪帯状光学面の数が 2 であることを特徴とする請求項 5 3 ～ 6 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6 2】 保護基板厚 $t 1$ の第 1 光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t 2$ ($t 1 \leq t 2$) の第 2 光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) の第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t 3$ ($t 2 < t 3$) の第 3 光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3$ ($\lambda 2 < \lambda 3$) の第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に含まれる複数の光学素子であって、

前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を含み、

前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、前記光ピックアップ装置に含まれる前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ同じ角度で入射させ、

前記第 1 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第 2 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする光学素子。

【請求項 6 3】 前記回折光学素子は、対物光学素子であることを特徴とする請求項 6 2 に記載の光学素子。

【請求項 6 4】 前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ無限平行光として入射させることを特徴とする請求項 6 3 に記載の光学素子。

【請求項 6 5】 前記回折光学素子は、前記波長 λ_1 の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする請求項 6 2 ～ 6 4 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 6 6】 前記回折光学素子は、前記波長 λ_2 の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする請求項 6 2 ～ 6 4 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 6 7】 前記回折光学素子は、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子及びコリメータとは別に設けられた光学素子であることを特徴とする請求項 6 2 に記載の光学素子。

【請求項 6 8】 保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($t_1 \leq t_2$) の第 2 光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$) の第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に含まれる複数の光学素子であって、

前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置される第 1 互換光学素子と、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源のうちのある 1 つ

の光源のみの光路か、又はある 2 つの光源の共通光路に配置される第 2 互換光学素子とを備え、

前記第 1 互換光学素子は、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、少なくとも 1 つの光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 1 互換機能を有し、

前記第 2 互換光学素子は、前記第 1 互換光学素子と組み合わせられる事により、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、他の光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 2 互換機能を有し、

かつ、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を備え、

前記第 1 互換光学素子、第 2 互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面に、光軸を中心とした複数の輪帯状光学面が形成され、前記複数の輪帯状光学面は段差面を介して連続的に形成され、

前記第 1 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第 2 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする光学素子。

【請求項 6 9】 前記第 1 互換光学素子是对物光学素子であることを特徴とする請求項 6 8 に記載の光学素子。

【請求項 7 0】 前記第 2 互換光学素子は位相差板であることを特徴とする請求項 6 8 又は 6 9 に記載の光学素子。

【請求項 7 1】 前記第 2 互換光学素子は液晶素子であることを特徴とする請求項 6 8 又は 6 9 に記載の光学素子。

【請求項 7 2】 前記第 2 互換光学素子は回折光学素子であることを特徴とする請求項 6 8 又は 6 9 に記載の光学素子。

【請求項 7 3】 前記第 1 互換光学素子と、前記第 2 互換光学素子と、前記

回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束に対してほぼ等しい光学系倍率を有するとともに、

前記第1互換機能及び前記第2互換機能は、波長差に基づく球面収差及び光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差を補正することを特徴とする請求項68～72のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項74】 前記光学系倍率がほぼ0であることを特徴とする請求項73に記載の光学素子。

【請求項75】 前記第1互換光学素子と、前記第2互換光学素子と、前記回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束に対して異なる光学系倍率を有するとともに、

前記第1互換機能及び前記第2互換機能は、波長差に基づく球面収差、光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差及び前記集光光学系の光学系倍率の差に基づく球面収差を補正することを特徴とする請求項68～72のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項76】 前記第1、第2及び第3光情報記録媒体上に形成される集光スポットのうち少なくとも一つの集光スポットに対し、温度補償及び／又は色収差補償を行うための光学的補正素子を有することを特徴とする請求項62～75のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項77】 前記波長 $\lambda 1$ の光束により前記第1光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を $NA 1$ 、前記波長 $\lambda 2$ の光束により前記第2光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を $NA 2$ 、前記波長 $\lambda 3$ の光束により前記第3光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を $NA 3$ とした場合に、

$$NA 3 < NA 1$$

$$NA 3 < NA 2$$

を満たすことを特徴とする請求項62又は68に記載の光学素子。

【請求項78】 前記複数の輪帯状光学面が、前記第1互換光学素子、第2

互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面であって、前記第 3 光情報記録媒体に開口数 NA_3 の集光スポットを形成する前記波長 λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

前記複数の輪帯状光学面のうち、光軸を含む輪帯状光学面を R_s 、光軸から最も離れた輪帯状光学面を R_1 とすると、

前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束を、それぞれの光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用い、

前記第 1 回折構造により生じる前記波長 λ_3 の光束の k (k は自然数) 次の回折光により前記第 3 光情報記録媒体に集光スポットが形成され、

前記輪帯状光学面 R_1 を通過した前記波長 λ_3 の光束を、前記第 3 光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用いることを特徴とする請求項 7 7 に記載の光学素子。

【請求項 7 9】 前記第 1 回折構造が、前記回折光学素子の少なくとも一つの光学面であって前記第 3 光情報記録媒体に開口数 NA_3 の集光スポットを形成する前記波長 λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

$$k = m / 2$$

$$370\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 430\text{ nm}$$

$$760\text{ nm} \leq \lambda_3 \leq 810\text{ nm}$$

を満たすことを特徴とする請求項 7 8 に記載の光学素子。

【請求項 8 0】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_1 及び λ_2 の光束は、それぞれの光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光することを特徴とする請求項 7 8 又は 7 9 に記載の光学素子。

【請求項 8 1】 前記輪帯状光学面と前記第 1 回折構造とが、前記回折光学素子の同一面に形成されることを特徴とする請求項 7 9 又は 8 0 に記載の光学素子。

【請求項 8 2】 前記 m 次の回折光及び前記 n 次の回折光の回折効率と共に 8 0 % 以上であることを特徴とする請求項 7 8 ～ 8 1 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 8 3】 前記 k 次の回折光の回折効率は 4 0 % 以上であることを特

徴とする請求項 78～82 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 84】 前記波長 $\lambda 3$ の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差は $0.050[\lambda 3 \text{ rms}]$ 以下であることを特徴とする請求項 78～83 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 85】 前記波長 $\lambda 3$ の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差が最小となる光軸方向の位置に対して、前記波長 $\lambda 3$ の光束の近軸光線は光源側に集光することを特徴とする請求項 78～84 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 86】 前記波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の光束が同じ発散角で又は同じ無限光として前記回折光学素子に入射し、

前記第 1 回折構造は、前記波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ との差が原因で前記第 1 回折構造が設けられている光学面の屈折機能により生じる球面収差と、保護基板厚 $t 1$ と $t 2$ との差により生じる球面収差とを、前記波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ との差による回折効果で補正することを特徴とする請求項 78～85 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 87】 $m=8$ 、 $n=5$
を満たすことを特徴とする請求項 78～86 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 88】 $m=6$ 、 $n=4$
を満たすことを特徴とする請求項 78～86 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 89】 $m=2$ 、 $n=1$
を満たすことを特徴とする請求項 78 に記載の光学素子。

【請求項 90】 $k=1$
を満たすことを特徴とする請求項 89 に記載の光学素子。

【請求項 91】 $k=0$
を満たすことを特徴とする請求項 89 に記載の光学素子。

【請求項 92】 $m=5$ 、 $n=3$
を満たすことを特徴とする請求項 78 に記載の光学素子。

【請求項 93】 $k=2$
を満たすことを特徴とする請求項 92 に記載の光学素子。

【請求項 9 4】 $m = 2$ 、 $n = 2$

を満たすことを特徴とする請求項 7 8 に記載の光学素子。

【請求項 9 5】 $k = 1$

を満たすことを特徴とする請求項 9 4 に記載の光学素子。

【請求項 9 6】 $m = 3$ 、 $n = 2$

を満たすことを特徴とする請求項 7 8 に記載の光学素子。

【請求項 9 7】 $k = 2$ 、

を満たすことを特徴とする請求項 9 6 に記載の光学素子。

【請求項 9 8】 $m = 10$ 、 $n = 6$

を満たすことを特徴とする請求項 7 8 ～ 8 6 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 9 9】 前記第 1 回折構造が、所定の非球面形状の光学面に形成される光軸を中心とした複数の回折輪帯と、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折輪帯の光学面上に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を付与する光路差付与構造とを備え、

前記回折輪帯の光学面は、前記光路差付与構造が無いと仮定した場合、前記波長 $\lambda 1$ の光束の $m B 1$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 2$ の光束の $m B 2$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 3$ の光束の $m B 3$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させる、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、

前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、前記波長 $\lambda 1$ の光束の m 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 2$ の光束の n 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 3$ の光束の k 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、

$$m = m B 1 - m D$$

$$n = m B 2 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

$$k = m B 3 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

を満たすことを特徴とする請求項 7 8 ～ 8 6 のいずれか一項に記載の光学素子。

但し、 $m D$ は光路差付与構造が無いと仮定した場合（回折構造のみを備えるものと仮定した場合）の各光束の回折次数を指す。

【請求項 1 0 0】 $1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.1 \times \lambda 1$

を満たすことを特徴とする請求項 7 8 ～ 9 9 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 1】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束と、前記輪帯状光学面 R_1 を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束とが、光軸方向に $10 \mu\text{m}$ 以上離れて集光することを特徴とする請求項 7 9 ～ 1 0 0 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 2】 前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$1.5 \mu\text{m} \leq D \leq 2.0 \mu\text{m}$

を満たすことを特徴とする請求項 7 9 ～ 1 0 1 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 3】 前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$2.0 \mu\text{m} \leq D \leq 3.0 \mu\text{m}$

を満たすことを特徴とする請求項 7 9 ～ 1 0 1 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 4】 前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$3.0 \mu\text{m} \leq D \leq 4.5 \mu\text{m}$

を満たすことを特徴とする請求項 7 9 ～ 1 0 1 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 5】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束との、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、

$-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$

を満たすことを特徴とする請求項 7 9 ～ 1 0 4 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 6】 前記波長 $\lambda 3$ の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする請求項 7 9 ～ 1 0 5 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 7】 前記波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の光束のうち少なくとも 1 つの光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴と

する請求項 1 0 1 ~ 1 0 6 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 8】 前記輪帯状光学面の数が 2 ~ 1 0 のいずれかであることを特徴とする請求項 1 0 1 ~ 1 0 7 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 0 9】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_1 を通過した前記波長 λ_2 の光束とが、光軸方向に $5 \mu m$ 以上離れて集光することを特徴とする請求項 7 9 ~ 1 0 0 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 1 0】 前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 λ_2 の光束との、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、

$$-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 0 9 に記載の光学素子。

【請求項 1 1 1】 前記波長 λ_2 の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする請求項 1 0 9 又は 1 1 0 に記載の光学素子。

【請求項 1 1 2】 前記波長 λ_1 の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴とする請求項 1 0 9 ~ 1 1 1 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 1 3】 前記輪帯状光学面の数が 2 ~ 1 0 のいずれかであることを特徴とする請求項 1 0 9 ~ 1 1 2 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 1 1 4】 前記第 1 回折構造が、前記輪帯状光学面 R_s を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

前記輪帯状光学面 R_1 を通過後、集光スポットを形成する波長 λ_3 の光束の集光位置 f_{B3} は、前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの最良像面位置に対して、光軸方向において、

$$|f_{B3}| \leq 5 \mu m$$

を満たすことを特徴とする請求項 7 9 ~ 1 0 0 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 115】 前記輪帯状光学面 R1 を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域が屈折面であることを特徴とする請求項 114 に記載の光学素子。

【請求項 116】 前記輪帯状光学面 R1 を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域に第 2 回折構造が形成されていることを特徴とする請求項 114 に記載の光学素子。

【請求項 117】 前記波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光束が入射した場合に、前記第 1 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせと、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせとが異なることを特徴とする請求項 116 に記載の光学素子。

【請求項 118】 前記波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光束が入射した場合に、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせが 1、1、1 であることを特徴とする請求項 117 に記載の光学素子。

【請求項 119】 前記輪帯状光学面 R1 を通過した前記波長 λ_1 の光束は、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光することを特徴とする請求項 114～118 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 120】 前記輪帯状光学面 R1 を通過した前記波長 λ_2 の光束は、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光することを特徴とする請求項 114～119 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 121】 前記輪帯状光学面 R1 に連続する二つの段差面のうち、光軸に近い方の段差面の光軸に平行な距離は他方の段差面の光軸に平行な距離と比較して短いことを特徴とする請求項 114～120 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 122】 前記輪帯状光学面の数が 2 であることを特徴とする請求項 114～121 のいずれか一項に記載の光学素子。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、3種類の光情報記録媒体（光ディスク）の規格に対応できる光ピックアップ装置及び光ピックアップ装置に用いる光学素子に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、短波長赤色レーザの実用化に伴い、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光情報記録媒体（光ディスクともいう）であるDVD（デジタルビデオディスク）や、使用波長や保護基板厚が異なる種々の規格の光ディスク、例えばCD-R、RW（追記型コンパクトディスク）、VD（ビデオディスク）、MD（ミニディスク）、MO（光磁気ディスク）などが実用化されている。

さらに、波長400nm程度の青紫色半導体レーザ光源と、像側開口数（NA）を0.85程度まで高めた対物レンズを用いた保護基板厚0.1mm程度の高密度光ディスク（以下、「高密度な光ディスク」という。）や、像側開口数（NA）を0.65程度とした対物レンズを用いた保護基板厚0.6mm程度の高密度な光ディスクの研究・開発が進んでいる。

【0003】

そして、使用波長や保護基板厚が異なる3種類の光ディスクの情報記録面に対して3種類の異なる波長の光束を一つの対物レンズを用いて集光させることで各種情報の再生及び／又は記録を行なう、互換性を有する光ピックアップ装置（光ディスク装置ともいう。）が各種提案されている。（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

特許文献1には、第1～第3の波長の光を出射する第1～第3の光源、第1～第3の波長の光を受け、所定の光情報記録媒体上に集光させる対物レンズ、コリメーターレンズ等から概略構成される光ディスク装置が開示されている。

第1及び第2の光源から出射された第1及び第2の波長の光はコリメータレン

ズを通過するが、この際に、第 1 の波長の光はコリメーターレンズにより平行光化されて対物レンズに入射し、第 2 の波長の光は平行光化されずに発散光として対物レンズに入射する。また、第 3 の光源からの第 3 の波長の光は、コリメーターレンズを通過せずに、発散光として直接対物レンズに入射する。

そして、対物レンズから出射される第 1 ～第 3 の波長の光を高密度光ディスク、DVD、CD などの使用波長や保護基板厚が異なる 3 種類の光情報記録媒体に集光させて各種情報の記録及び／又は再生を行なうものである。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 4 3 5 5 9 号公報

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、特許文献 1 に開示された装置は、上述のように、第 1 の波長の光は平行光として対物レンズに入射し、第 2 及び第 3 の波長の光は発散光として対物レンズに入射するものであるので、対物レンズを含む集光光学系の光学系倍率が 3 種類の光情報記録媒体に対して異なることとなる。

従って、例えば、第 1 ～第 3 の波長の光の光路がそれぞれ異なるものとなるので、複数の光学素子を各光路に対応して配置する必要が生じるなど、光ディスク装置の構造が複雑になるという問題や、装置の部品点数が増大するという問題があった。

【0 0 0 7】

また、発散光を対物レンズに入射させるので、光ディスクを再生／記録する際に対物レンズを光ディスクに対して移動させるトラッキング時に像高特性が悪化し、コマ収差や非点収差等の各種収差が発生するという問題があった。

また、平行光を対物レンズに入射させるいわゆる無限系の装置と比較して温度変化により発生する球面収差が大きくなるという問題があった。

【0 0 0 8】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、使用波長や保護基板厚が異なる 3 種類の光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、

各種収差の発生を抑制し、かつ部品点数を削減できる光ピックアップ装置及び光学素子を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($t_1 \leq t_2$) の第2光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第3光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$) の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、前記光ピックアップ装置は、前記第1光源、前記第2光源及び前記第3光源の共通光路に配置され、第1回折構造を有する回折光学素子を備え、前記第1光情報記録媒体、前記第2光情報記録媒体及び前記第3光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、前記光ピックアップ装置に含まれる前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ同じ角度で入射させ、前記第1光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第2光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする。

【0010】

請求項1に記載の発明によれば、第1光源、第2光源及び第3光源の共通光路に配置され、第1回折構造を有する回折光学素子を備え、第1光情報記録媒体、第2光情報記録媒体及び第3光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、回折光学素子に全ての前記光束をほぼ同じ角度で入射させる。

従って、例えば、第1～第3の波長の光の光路がほぼ等しくなるので、光ピックアップ装置を構成する各種光学素子をこの共通光路に対応して配置すればよく、光ピックアップ装置の構造を簡略化できると共に、装置の部品点数を削減できる。

【0011】

請求項2記載の発明は、請求項1に記載の光ピックアップ装置であって、前記回折光学素子は、対物光学素子であることを特徴とする。

【0012】

請求項3記載の発明は、請求項2に記載の光ピックアップ装置であって、前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ無限平行光として入射させることを特徴とする。

【0013】

請求項3に記載の発明によれば、請求項2と同様の効果を得られると共に、回折光学素子に全ての光束をほぼ無限平行光として入射させる。

従って、情報の再生及び／又は記録を行なう際に対物光学素子を光情報記録媒体に対して移動させるトラッキング時の像高特性の悪化を防止でき、コマ収差や非点収差等の各種収差の発生を抑えることができる。

また、温度変化により発生する球面収差も抑えることができる。

【0014】

請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記回折光学素子は、前記波長 λ 1の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする。

【0015】

請求項5記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記回折光学素子は、前記波長 λ 2の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする。

【0016】

請求項6記載の発明は、請求項1に記載の光ピックアップ装置であって、前記回折光学素子は、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子及びコリメータとは別に設けられた光学素子であることを特徴とする。

【0017】

請求項7記載の発明は、保護基板厚 t 1の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ 1の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない

、保護基板厚 t_2 ($t_1 \leq t_2$) の第 2 光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$) の第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

前記光ピックアップ装置は、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置される第 1 互換光学素子と、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源のうちのある 1 つの光源のみの光路か、又はある 2 つの光源の共通光路に配置される第 2 互換光学素子とを備え、

前記第 1 互換光学素子は、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、少なくとも 1 つの光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 1 互換機能を有し、

前記第 2 互換光学素子は、前記第 1 互換光学素子と組み合わせられる事により、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、他の光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 2 互換機能を有し、

かつ、前記光ピックアップ装置は、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を備え、

前記第 1 互換光学素子、第 2 互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面に、光軸を中心とした複数の輪帯状光学面が形成され、前記複数の輪帯状光学面は段差面を介して連続的に形成され、

前記第 1 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第 2 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする。

【0018】

請求項 8 記載の発明は、請求項 7 に記載の光ピックアップ装置であって、前記

第 1 互換光学素子是对物光学素子であることを特徴とする。

請求項 9 記載の発明は、請求項 7 又は 8 に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 2 互換光学素子は位相差板であることを特徴とする。

請求項 10 記載の発明は、請求項 7 又は 8 に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 2 互換光学素子は液晶素子であることを特徴とする。

請求項 11 記載の発明は、請求項 7 又は 8 に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 2 互換光学素子は回折光学素子であることを特徴とする。

【0019】

請求項 12 記載の発明は、請求項 7～11 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 1 互換光学素子と、前記第 2 互換光学素子と、前記回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束に対してほぼ等しい光学系倍率を有するとともに、

前記第 1 互換機能及び前記第 2 互換機能は、波長差に基づく球面収差及び光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差を補正することを特徴とする。

請求項 13 記載の発明は、請求項 12 に記載の光ピックアップ装置であって、前記光学系倍率がほぼ 0 であることを特徴とする。

【0020】

請求項 14 記載の発明は、請求項 7～11 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 1 互換光学素子と、前記第 2 互換光学素子と、前記回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束に対して異なる光学系倍率を有するとともに、

前記第 1 互換機能及び前記第 2 互換機能は、波長差に基づく球面収差、光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差及び前記集光光学系の光学系倍率の差に基づく球面収差を補正することを特徴とする。

【0021】

請求項 15 記載の発明は、請求項 1～14 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 1、第 2 及び第 3 光情報記録媒体上に形成される集光

スポットのうち少なくとも一つの集光スポットに対し、温度補償及び／又は色収差補償を行うための光学的補正素子を有することを特徴とする。

【0022】

請求項16記載の発明は、請求項1又は7に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_1 の光束により前記第1光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数をNA1、前記波長 λ_2 の光束により前記第2光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数をNA2、前記波長 λ_3 の光束により前記第3光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数をNA3とした場合に、

$$NA3 < NA1$$

$$NA3 < NA2$$

を満たすことを特徴とする。

【0023】

請求項17記載の発明は、請求項16に記載の光ピックアップ装置であって、前記複数の輪帯状光学面が、前記第1互換光学素子、第2互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面であって、前記第3光情報記録媒体に開口数NA3の集光スポットを形成する前記波長 λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

前記複数の輪帯状光学面のうち、光軸を含む輪帯状光学面をRs、光軸から最も離れた輪帯状光学面をR1とすると、

前記輪帯状光学面Rsを通過した前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束を、それぞれの光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用い、

前記第1回折構造により生じる前記波長 λ_3 の光束のk（kは自然数）次の回折光により前記第3光情報記録媒体に集光スポットが形成され、

前記輪帯状光学面R1を通過した前記波長 λ_3 の光束を、前記第3光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用いることを特徴とする。

【0024】

請求項18記載の発明は、請求項17に記載の光ピックアップ装置であって、前記第1回折構造が、前記回折光学素子の少なくとも一つの光学面であって前記

第 3 光情報記録媒体に開口数 NA_3 の集光スポットを形成する前記波長 λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

$$k = m / 2$$

$$370 \text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 430 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} \leq \lambda_3 \leq 810 \text{ nm}$$

を満たすことを特徴とする。

【0025】

請求項 19 記載の発明は、請求項 17 又は 18 に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_1 及び λ_2 の光束は、それぞれの光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光することを特徴とする。

請求項 20 記載の発明は、請求項 18 又は 19 に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面と前記第 1 回折構造とが、前記回折光学素子の同一面に形成されることを特徴とする。

【0026】

請求項 21 記載の発明は、請求項 17 ～ 20 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記 m 次の回折光及び前記 n 次の回折光の回折効率と共に 80% 以上であることを特徴とする。

請求項 22 記載の発明は、請求項 17 ～ 21 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記 k 次の回折光の回折効率は 40% 以上であることを特徴とする。

【0027】

請求項 23 記載の発明は、請求項 17 ～ 22 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差は $0.050[\lambda_3 \text{ rms}]$ 以下であることを特徴とする。

請求項 24 記載の発明は、請求項 17 ～ 23 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差が最小となる光軸方向の位置に対して、前記波

長 λ_3 の光束の近軸光線は光源側に集光することを特徴とする。

【0028】

請求項25記載の発明は、請求項17～24のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_1 と λ_2 の光束が同じ発散角で又は同じ無限光として前記回折光学素子に入射し、

前記第1回折構造は、前記波長 λ_1 と λ_2 との差が原因で前記第1回折構造が設けられている光学面の屈折機能により生じる球面収差と、保護基板厚 t_1 と t_2 との差により生じる球面収差とを、前記波長 λ_1 と λ_2 との差による回折効果で補正することを特徴とする。

【0029】

請求項26記載の発明は、請求項17～25のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、 $m=8$ 、 $n=5$ を満たすことを特徴とする。

請求項27記載の発明は、請求項17～25のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、 $m=6$ 、 $n=4$ を満たすことを特徴とする。

請求項28記載の発明は、請求項17に記載の光ピックアップ装置であって、 $m=2$ 、 $n=1$ を満たすことを特徴とする。

【0030】

請求項29記載の発明は、請求項28に記載の光ピックアップ装置であって、 $k=1$ を満たすことを特徴とする。

請求項30記載の発明は、請求項28に記載の光ピックアップ装置であって、 $k=0$ を満たすことを特徴とする。

請求項31記載の発明は、請求項17に記載の光ピックアップ装置であって、 $m=5$ 、 $n=3$ を満たすことを特徴とする。

請求項32記載の発明は、請求項31に記載の光ピックアップ装置であって、 $k=2$ を満たすことを特徴とする。

【0031】

請求項33記載の発明は、請求項17に記載の光ピックアップ装置であって、 $m=2$ 、 $n=2$ を満たすことを特徴とする。

請求項34記載の発明は、請求項33に記載の光ピックアップ装置であって、

$k = 1$ を満たすことを特徴とする。

請求項 3 5 記載の発明は、請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置であって、 $m = 3$ 、 $n = 2$ を満たすことを特徴とする。

請求項 3 6 記載の発明は、請求項 3 5 に記載の光ピックアップ装置であって、 $k = 2$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

請求項 3 7 記載の発明は、請求項 1 7 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、 $m = 1 0$ 、 $n = 6$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

請求項 3 8 記載の発明は、請求項 1 7 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記第 1 回折構造が、所定の非球面形状の光学面に形成される光軸を中心とした複数の回折輪帯と、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折輪帯の光学面上に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を付与する光路差付与構造とを備え、

前記回折輪帯の光学面は、前記光路差付与構造が無いと仮定した場合、前記波長 $\lambda 1$ の光束の $m B 1$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 2$ の光束の $m B 2$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 3$ の光束の $m B 3$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させる、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、

前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、前記波長 $\lambda 1$ の光束の m 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 2$ の光束の n 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 3$ の光束の k 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、

$$m = m B 1 - m D$$

$$n = m B 2 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

$$k = m B 3 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

を満たすことを特徴とする。

但し、 $m D$ は光路差付与構造が無いと仮定した場合（回折構造のみを備えるものと仮定した場合）の各光束の回折次数を指す。

【 0 0 3 4 】

請求項 3 9 記載の発明は、請求項 1 7 ～ 3 8 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、 $1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.1 \times \lambda 1$ を満たすことを特徴とする。

請求項 4 0 記載の発明は、請求項 1 8 ～ 3 9 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束と、前記輪帯状光学面 R_l を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束とが、光軸方向に $10 \mu m$ 以上離れて集光することを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

請求項 4 1 記載の発明は、請求項 1 8 ～ 4 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$1.5 \mu m \leq D \leq 2.0 \mu m$ を満たすことを特徴とする。

請求項 4 2 記載の発明は、請求項 1 8 ～ 4 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記段差面の光軸方向の長さ D が、 $2.0 \mu m \leq D \leq 3.0 \mu m$ を満たすことを特徴とする。

請求項 4 3 記載の発明は、請求項 1 8 ～ 4 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記段差面の光軸方向の長さ D が、

$3.0 \mu m \leq D \leq 4.5 \mu m$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

請求項 4 4 記載の発明は、請求項 1 8 ～ 4 3 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束との、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、

$-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

請求項 4 5 記載の発明は、請求項 1 8 ～ 4 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 $\lambda 3$ の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする。

請求項 4 6 記載の発明は、請求項 4 0 ～ 4 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ

アップ装置であって、前記波長 λ_1 と λ_2 の光束のうち少なくとも 1 つの光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴とする。

【0038】

請求項 47 記載の発明は、請求項 40 ～ 46 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面の数が 2 ～ 10 のいずれかであることを特徴とする。

請求項 48 記載の発明は、請求項 18 ～ 39 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_l を通過した前記波長 λ_2 の光束とが、光軸方向に $5\mu\text{m}$ 以上離れて集光することを特徴とする。

【0039】

請求項 49 記載の発明は、請求項 48 に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 λ_2 の光束との、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、

$-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$ を満たすことを特徴とする。

請求項 50 記載の発明は、請求項 48 又は 49 に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_2 の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする。

【0040】

請求項 51 記載の発明は、請求項 48 ～ 50 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_1 の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴とする。

請求項 52 記載の発明は、請求項 48 ～ 51 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面の数が 2 ～ 10 のいずれかであることを特徴とする。

【0041】

請求項 53 記載の発明は、請求項 18 ～ 39 のいずれか一項に記載の光ピックアップ

アップ装置であって、前記第 1 回折構造が、前記輪帯状光学面 R_s を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が通過する領域に形成され、

前記輪帯状光学面 R_1 を通過後、集光スポットを形成する波長 λ_3 の光束の集光位置 f_{B3} は、前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの最良像面位置に対して、光軸方向において、

$|f_{B3}| \leq 5 \mu m$ を満たすことを特徴とする。

【0042】

請求項 54 記載の発明は、請求項 53 に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R_1 を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域が屈折面であることを特徴とする。

請求項 55 記載の発明は、請求項 53 に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R_1 を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域に第 2 回折構造が形成されていることを特徴とする。

【0043】

請求項 56 記載の発明は、請求項 55 に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光束が入射した場合に、前記第 1 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせと、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせとが異なることを特徴とする。

請求項 57 記載の発明は、請求項 56 に記載の光ピックアップ装置であって、前記波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光束が入射した場合に、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせが 1、1、1 であることを特徴とする。

【0044】

請求項 58 記載の発明は、請求項 53 ～ 57 のいずれか一項に記載の光ピック

アップ装置であって、前記輪帯状光学面 R 1 を通過した前記波長 $\lambda 1$ の光束は、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光することを特徴とする。

請求項 59 記載の発明は、請求項 53 ～ 58 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R 1 を通過した前記波長 $\lambda 2$ の光束は、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光することを特徴とする。

【0045】

請求項 60 記載の発明は、請求項 53 ～ 59 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面 R 1 に連続する二つの段差面のうち、光軸に近い方の段差面の光軸に平行な距離は他方の段差面の光軸に平行な距離と比較して短いことを特徴とする。

請求項 61 記載の発明は、請求項 53 ～ 60 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置であって、前記輪帯状光学面の数が 2 であることを特徴とする。

【0046】

請求項 62 記載の発明は、保護基板厚 $t 1$ の第 1 光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t 2$ ($t 1 \leq t 2$) の第 2 光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) の第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t 3$ ($t 2 < t 3$) の第 3 光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3$ ($\lambda 2 < \lambda 3$) の第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に含まれる複数の光学素子であって、

前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を含み、

前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、前記光ピックアップ装置に含まれる前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ同じ角度で入射させ、

前記第 1 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第 2 光情報記録媒体に対

して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする光学素子。

【0047】

請求項 63 記載の発明は、請求項 62 に記載の光学素子であって、前記回折光学素子は、対物光学素子であることを特徴とする。

請求項 64 記載の発明は、請求項 63 に記載の光学素子であって、前記回折光学素子に全ての前記光束をほぼ無限平行光として入射させることを特徴とする。

請求項 65 記載の発明は、請求項 62～64 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記回折光学素子は、前記波長 λ_1 の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする。

【0048】

請求項 66 記載の発明は、請求項 62～64 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記回折光学素子は、前記波長 λ_2 の光束が入射した場合にコリメータとして機能することを特徴とする。

請求項 67 記載の発明は、請求項 62 に記載の光学素子であって、前記回折光学素子は、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子及びコリメータとは別に設けられた光学素子であることを特徴とする。

【0049】

請求項 68 記載の発明は、保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($t_1 \leq t_2$) の第 2 光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$) の第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に含まれる複数の光学素子であって、

前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置される第 1 互換光学素子と、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源のうちのある 1 つの光源のみの光路か、又はある 2 つの光源の共通光路に配置される第 2 互換光学素子とを備え、

前記第 1 互換光学素子は、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、少なくとも 1 つの光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 1 互換機能を有し、

前記第 2 互換光学素子は、前記第 1 互換光学素子と組み合わせられる事により、前記第 1 光情報記録媒体、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体のうちの、他の光情報記録媒体に対して、情報の再生及び／又は記録に必要な集光スポットを形成する第 2 互換機能を有し、

かつ、前記第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を備え、

前記第 1 互換光学素子、第 2 互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面に、光軸を中心とした複数の輪帯状光学面が形成され、前記複数の輪帯状光学面は段差面を介して連続的に形成され、

前記第 1 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、前記第 2 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成されるように構成されることを特徴とする。

【0050】

請求項 69 記載の発明は、請求項 68 に記載の光学素子であって、前記第 1 互換光学素子是对物光学素子であることを特徴とする。

請求項 70 記載の発明は、請求項 68 又は 69 に記載の光学素子であって、前記第 2 互換光学素子は位相差板であることを特徴とする。

請求項 71 記載の発明は、請求項 68 又は 69 に記載の光学素子であって、前記第 2 互換光学素子は液晶素子であることを特徴とする。

【0051】

請求項 72 記載の発明は、請求項 68 又は 69 に記載の光学素子であって、前記第 2 互換光学素子は回折光学素子であることを特徴とする。

請求項 73 記載の発明は、請求項 68 ～ 72 のいずれか一項に記載の光学素子

であって、前記第 1 互換光学素子と、前記第 2 互換光学素子と、前記回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束に対してほぼ等しい光学系倍率を有するとともに、

前記第 1 互換機能及び前記第 2 互換機能は、波長差に基づく球面収差及び光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差を補正することを特徴とする。

請求項 7 4 記載の発明は、請求項 7 3 に記載の光学素子であって、前記光学系倍率がほぼ 0 であることを特徴とする。

【 0 0 5 2 】

請求項 7 5 記載の発明は、請求項 6 8 ～ 7 2 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記第 1 互換光学素子と、前記第 2 互換光学素子と、前記回折光学素子と、光ピックアップ装置を構成する対物光学素子とから構成される集光光学系は、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束に対して異なる光学系倍率を有するとともに、

前記第 1 互換機能及び前記第 2 互換機能は、波長差に基づく球面収差、光情報記録媒体間の保護基板厚差に基づく球面収差及び前記集光光学系の光学系倍率の差に基づく球面収差を補正することを特徴とする。

請求項 7 6 記載の発明は、請求項 6 2 ～ 7 5 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記第 1、第 2 及び第 3 光情報記録媒体上に形成される集光スポットのうち少なくとも一つの集光スポットに対し、温度補償及び／又は色収差補償を行うための光学的補正素子を有することを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

請求項 7 7 記載の発明は、請求項 6 2 又は 6 8 に記載の光学素子であって、前記波長 $\lambda 1$ の光束により前記第 1 光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を $NA 1$ 、前記波長 $\lambda 2$ の光束により前記第 2 光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を $NA 2$ 、前記波長 $\lambda 3$ の光束により前記第 3 光情報記録媒体に対して形成される集光スポットの開口数を $NA 3$ とした場合に、

$$NA 3 < NA 1$$

$$N A 3 < N A 2$$

を満たすことを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

請求項 7 8 記載の発明は、請求項 7 7 に記載の光学素子であって、前記複数の輪帯状光学面が、前記第 1 互換光学素子、第 2 互換光学素子及び回折光学素子のうちの少なくとも一つの光学素子の少なくとも一つの光学面であって、前記第 3 光情報記録媒体に開口数 $N A 3$ の集光スポットを形成する前記波長 $\lambda 3$ の光束が通過する領域に形成され、

前記複数の輪帯状光学面のうち、光軸を含む輪帯状光学面を $R s$ 、光軸から最も離れた輪帯状光学面を $R 1$ とすると、

前記輪帯状光学面 $R s$ を通過した前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束を、それぞれの光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用い、

前記第 1 回折構造により生じる前記波長 $\lambda 3$ の光束の k (k は自然数) 次の回折光により前記第 3 光情報記録媒体に集光スポットが形成され、

前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束を、前記第 3 光情報記録媒体の再生及び／又は記録に用いることを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

請求項 7 9 記載の発明は、請求項 7 8 に記載の光学素子であって、前記第 1 回折構造が、前記回折光学素子の少なくとも一つの光学面であって前記第 3 光情報記録媒体に開口数 $N A 3$ の集光スポットを形成する前記波長 $\lambda 3$ の光束が通過する領域に形成され、

$$k = m / 2$$

$$370 \text{ nm} \leq \lambda 1 \leq 430 \text{ nm}$$

$$760 \text{ nm} \leq \lambda 3 \leq 810 \text{ nm}$$

を満たすことを特徴とする。

請求項 8 0 記載の発明は、請求項 7 8 又は 7 9 に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 $R s$ を通過した前記波長 $\lambda 1$ 及び $\lambda 2$ の光束は、それぞれの光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光することを特徴とする。

【 0 0 5 6 】

請求項 8 1 記載の発明は、請求項 7 9 又は 8 0 に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面と前記第 1 回折構造とが、前記回折光学素子の同一面に形成されることを特徴とする。

請求項 8 2 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 1 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記 m 次の回折光及び前記 n 次の回折光の回折効率と共に 8 0 % 以上であることを特徴とする。

請求項 8 3 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 2 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記 k 次の回折光の回折効率は 4 0 % 以上であることを特徴とする。

請求項 8 4 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 3 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差は $0.050[\lambda_3 \text{ rms}]$ 以下であることを特徴とする。

【0057】

請求項 8 5 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 4 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記波長 λ_3 の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差が最小となる光軸方向の位置に対して、前記波長 λ_3 の光束の近軸光線は光源側に集光することを特徴とする。

請求項 8 6 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 5 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記波長 λ_1 と λ_2 の光束が同じ発散角で又は同じ無限光として前記回折光学素子に入射し、

前記第 1 回折構造は、前記波長 λ_1 と λ_2 との差が原因で前記第 1 回折構造が設けられている光学面の屈折機能により生じる球面収差と、保護基板厚 t_1 と t_2 との差により生じる球面収差とを、前記波長 λ_1 と λ_2 との差による回折効果で補正することを特徴とする。

【0058】

請求項 8 7 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 6 のいずれか一項に記載の光学素子であって、 $m=8$ 、 $n=5$ を満たすことを特徴とする。

請求項 8 8 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 6 のいずれか一項に記載の光学素子であって、 $m=6$ 、 $n=4$ を満たすことを特徴とする。

請求項 8 9 記載の発明は、請求項 7 8 に記載の光学素子であって、 $m=2$ 、 n

= 1 を満たすことを特徴とする。

請求項 9 0 記載の発明は、請求項 8 9 に記載の光学素子であって、 $k = 1$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 5 9 】

請求項 9 1 記載の発明は、請求項 8 9 に記載の光学素子であって、 $k = 0$ を満たすことを特徴とする。

請求項 9 2 記載の発明は、請求項 7 8 に記載の光学素子であって、 $m = 5$ 、 $n = 3$ を満たすことを特徴とする。

請求項 9 3 記載の発明は、請求項 9 2 に記載の光学素子であって、 $k = 2$ を満たすことを特徴とする。

請求項 9 4 記載の発明は、請求項 7 8 に記載の光学素子であって、 $m = 2$ 、 $n = 2$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 6 0 】

請求項 9 5 記載の発明は、請求項 9 4 に記載の光学素子であって、 $k = 1$ を満たすことを特徴とする。

請求項 9 6 記載の発明は、請求項 7 8 に記載の光学素子であって、 $m = 3$ 、 $n = 2$ を満たすことを特徴とする。

請求項 9 7 記載の発明は、請求項 9 6 に記載の光学素子であって、 $k = 2$ 、を
満たすことを特徴とする。

請求項 9 8 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 6 のいずれか一項に記載の光学素子
であって、 $m = 10$ 、 $n = 6$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 6 1 】

請求項 9 9 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 8 6 のいずれか一項に記載の光学素子
であって、前記第 1 回折構造が、所定の非球面形状の光学面に形成される光軸を
中心とした複数の回折輪帯と、前記複数の回折輪帯のうち少なくとも一つの回折
輪帯の光学面上に、この輪帯を通過する所定の光束に対して定められた光路差を
付与する光路差付与構造とを備え、

前記回折輪帯の光学面は、前記光路差付与構造が無いと仮定した場合、前記波
長 λ 1 の光束の mB 1 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波

長 $\lambda 2$ の光束の $m B 2$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 3$ の光束の $m B 3$ 次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させる、前記所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ構造を有し、

前記光路差付与構造は、前記回折光に対して、前記波長 $\lambda 1$ の光束の m 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 2$ の光束の n 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、前記波長 $\lambda 3$ の光束の k 次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、

$$m = m B 1 - m D$$

$$n = m B 2 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

$$k = m B 3 - m D + (-1, 0 \text{ 又は } 1)$$

を満たすことを特徴とする。

但し、 $m D$ は光路差付与構造が無いと仮定した場合（回折構造のみを備えるものと仮定した場合）の各光束の回折次数を指す。

【0 0 6 2】

請求項 1 0 0 記載の発明は、請求項 7 8 ～ 9 9 のいずれか一項に記載の光学素子であって、 $1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.1 \times \lambda 1$ を満たすことを特徴とする。

請求項 1 0 1 記載の発明は、請求項 7 9 ～ 1 0 0 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 $R s$ を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束と、前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過した前記波長 $\lambda 3$ の光束とが、光軸方向に $10 \mu m$ 以上離れて集光することを特徴とする。

請求項 1 0 2 記載の発明は、請求項 7 9 ～ 1 0 1 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記段差面の光軸方向の長さ D が、 $1.5 \mu m \leq D \leq 2.0 \mu m$ を満たすことを特徴とする。

【0 0 6 3】

請求項 1 0 3 記載の発明は、請求項 7 9 ～ 1 0 1 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記段差面の光軸方向の長さ D が、 $2.0 \mu m \leq D \leq 3.0 \mu m$ を満たすことを特徴とする。

請求項 1 0 4 記載の発明は、請求項 7 9 ～ 1 0 1 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記段差面の光軸方向の長さ D が、 $3.0 \mu m \leq D \leq 4.5 \mu m$

を満たすことを特徴とする。

請求項 1 0 5 記載の発明は、請求項 7 9 ～ 1 0 4 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_3 の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 λ_3 の光束との、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、 $-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$ を満たすことを特徴とする。

【0064】

請求項 1 0 6 記載の発明は、請求項 7 9 ～ 1 0 5 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記波長 λ_3 の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする。

請求項 1 0 7 記載の発明は、請求項 1 0 1 ～ 1 0 6 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記波長 λ_1 と λ_2 の光束のうち少なくとも 1 つの光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴とする。

請求項 1 0 8 記載の発明は、請求項 1 0 1 ～ 1 0 7 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面の数が 2 ～ 1 0 のいずれかであることを特徴とする。

【0065】

請求項 1 0 9 記載の発明は、請求項 7 9 ～ 1 0 0 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_l を通過した前記波長 λ_2 の光束とが、光軸方向に $5\mu\text{m}$ 以上離れて集光することを特徴とする。

請求項 1 1 0 記載の発明は、請求項 1 0 9 に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 R_s を通過した前記波長 λ_2 の光束と、前記輪帯状光学面 R_s 以外の前記輪帯状光学面を通過した前記波長 λ_2 の光束との、前記集光スポットにおける位相差 ϕ は、

$$-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$$

を満たすことを特徴とする。

【0066】

請求項 1 1 1 記載の発明は、請求項 1 0 9 又は 1 1 0 に記載の光学素子であつ

て、前記波長 $\lambda 2$ の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化することを特徴とする。

請求項 1 1 2 記載の発明は、請求項 1 0 9 ~ 1 1 1 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記波長 $\lambda 1$ の光束は、隣合う前記輪帯状光学面を通過する前後で位相差が変化しないことを特徴とする。

請求項 1 1 3 記載の発明は、請求項 1 0 9 ~ 1 1 2 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面の数が 2 ~ 1 0 のいずれかであることを特徴とする。

【 0 0 6 7 】

請求項 1 1 4 記載の発明は、請求項 7 9 ~ 1 0 0 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記第 1 回折構造が、前記輪帯状光学面 $R s$ を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束が通過する領域に形成され、

前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過後、集光スポットを形成する波長 $\lambda 3$ の光束の集光位置 $f B 3$ は、前記波長 $\lambda 3$ の光束によって前記第 3 光情報記録媒体に形成される集光スポットの最良像面位置に対して、光軸方向において、

$$| f B 3 | \leq 5 \mu m$$

を満たすことを特徴とする。

請求項 1 1 5 記載の発明は、請求項 1 1 4 に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域が屈折面であることを特徴とする。

【 0 0 6 8 】

請求項 1 1 6 記載の発明は、請求項 1 1 4 に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 $R 1$ を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束が、前記第 1 回折構造が形成されている光学面上において通過する領域に第 2 回折構造が形成されていることを特徴とする。

請求項 1 1 7 記載の発明は、請求項 1 1 6 に記載の光学素子であって、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光束が入射した場合に、前記第 1 回折構造により生じる各

光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせと、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせとが異なることを特徴とする。

請求項 1 1 8 記載の発明は、請求項 1 1 7 に記載の光学素子であって、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光束が入射した場合に、前記第 2 回折構造により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせが 1、1、1 であることを特徴とする。

【0 0 6 9】

請求項 1 1 9 記載の発明は、請求項 1 1 4 ～ 1 1 8 のいずれか一項に記載の光学素子であって前記輪帯状光学面 R 1 を通過した前記波長 $\lambda 1$ の光束は、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光することを特徴とする。

請求項 1 2 0 記載の発明は、請求項 1 1 4 ～ 1 1 9 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 R 1 を通過した前記波長 $\lambda 2$ の光束は、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光することを特徴とする。

請求項 1 2 1 記載の発明は、請求項 1 1 4 ～ 1 2 0 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面 R 1 に連続する二つの段差面のうち、光軸に近い方の段差面の光軸に平行な距離は他方の段差面の光軸に平行な距離と比較して短いことを特徴とする。

請求項 1 2 2 記載の発明は、請求項 1 1 4 ～ 1 2 1 のいずれか一項に記載の光学素子であって、前記輪帯状光学面の数が 2 であることを特徴とする。

【0 0 7 0】

【発明の実施の形態】

以下図面に基づいて本発明の内容を詳細に説明するが、本発明の実施形態はこれらに限定されるものではない。

（第 1 の実施の形態）

図 1 を用いて、請求項 1 の発明について説明する。

【0 0 7 1】

本実施の形態では、使用波長が 4 0 5 n m のいわゆる青紫色レーザー光源を用いた「高密度な光ディスク」をターゲットとしており、第 1 光情報記録媒体とし

て保護基板厚 t_1 が 0.6 mm の「高密度な光ディスク」、第 2 光情報記録媒体として保護基板厚 t_2 が 0.6 mm の DVD、第 3 光情報記録媒体として保護基板厚 t_3 が 1.2 mm の CD を想定している。

【0072】

図 1 は、本願発明に関わる光ピックアップ装置を示す模式図である。

【0073】

レーザーダイオード LD 1 は、第 1 光源であり、波長 λ_1 が 405 nm の青紫色レーザーが用いられるが、波長が 390 nm ~ 420 nm である範囲のものを適宜採用することができる。LD 2 は、第 2 光源であり、波長 λ_2 が 655 nm の赤色レーザーが用いられるが、波長が 630 nm ~ 680 nm である範囲のものを適宜採用することができる。LD 3 は、第 3 光源であり、波長 λ_3 が 780 nm の赤外レーザーが用いられるが、波長が 750 nm ~ 800 nm である範囲のものを適宜採用することができる。

【0074】

ビームスプリッタ BS 1 は LD 1 から入射する光源を対物光学素子である OBL の方向へ透過させるが、光ディスク（第 1 光情報記録媒体）からの反射光（戻り光）について、センサーレンズ群 SL 1 を経て受光センサー S 1 に集光させる機能を有する。BS 2 も機能は同様である。

【0075】

BS 3 は LD 1 からの光束と、LD 2 からの光束とを同一の光路に載せるために配置される。また BS 4 は、LD 3 からの光束と、BS 3 からの光束とを同一の光路に載せるために配置される。

【0076】

LD 1 から投光された光束は、BS 1 を経て、コリメータ CL 1 に入射し、これによって無限平行光にコリメートされたのち、BS 3、BS 4 を経て対物光学素子である対物レンズ OBL に入射する。そして第 1 光情報記録媒体の保護基板を介して情報記録面上に集光スポットを形成する。情報記録面上で反射したのち、同じ経路をたどって、コリメータ CL 1 を通過してから、BS 1 によってセンサーレンズ SL 1 を経てセンサー S 1 に集光する。このセンサーによって光電変

換され、電氣的な信号となる。

【0077】

L D 2 から投光された光束も、同様に光ディスク（第2光情報記録媒体）に集光スポットを形成し、反射して最終的にセンサー S 2 に集光する。

【0078】

ちなみに L D 3 から投光された光束についても同様であるが、この例ではビームスプリッタの代わりに回折板 D P を設ける事により、センサー S 3 へ戻り光が集光するようになっている。C D からの情報の再生を行う場合は、D V D や「高密度な光ディスク」に比べて受光する光量が少なくても良いので、このような構成を採用することができる。

また、上述のように、L D 1 ~ L D 3 から投光された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ の各光束は、第1回折構造を有する回折光学素子としての対物光学素子 O B L に対して、無限平行光として、つまりほぼ同じ角度で入射する。

なお、「同じ角度」とは同じ発散角又は同じ収束角であることを指し、無限平行光の場合、発散角（又は収束角）が0となっている。

【0079】

なお対物光学素子 O B L は、この図では単一のレンズであるが、必要に応じて複数の光学素子から構成されるようにしてもよい。また材質はプラスチック樹脂でもよいし、ガラスでも良い。

【0080】

また L D 1 から投光された光束、L D 2 から投光された光束が光ディスク D 1、D 2 の保護基板を介して情報記録面に集光する状態が、O B L の光軸左側に描かれており、L D 3 から投光された光束が光ディスク D 3 の保護基板を介して情報記録面に集光する状態が、O B L の光軸右側に描かれている。このように、再生／記録する光ディスクによって、基本的な位置が図示しないアクチュエーターによって切り替わり、その基準位置からピント合わせ（フォーカシング）を行う。

【0081】

そして各々の光情報記録媒体の保護基板厚、さらにピットの大きさにより、対

物光学素子 OBL に要求される開口数も異なる。ここでは、CD 用の開口数 NA3 は 0.45、DVD および「高密度な光ディスク」の開口数 NA2 および NA1 は共に 0.65 としている。ただし、CD については 0.43 ~ 0.50、DVD については 0.58 ~ 0.68 の範囲で適宜選択可能である。

【0082】

なお IR は不要光をカットするための絞りである。

【0083】

さて本実施の形態では、上述のように、「第 1 光源、前記第 2 光源及び前記第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子」の役割を、対物光学素子 OBL に持たせている。そのため、対物光学素子に鋸歯状の回折構造を設けている。

【0084】

そしてこの鋸歯のピッチ（回折パワー）や深さ（ブレイズド化波長）を設定することにより、「高密度な光ディスク」に対しては、第 1 光源からの光束が 2 次回折光による集光スポットとして形成され、DVD に対しては、第 2 光源からの光束が 1 次回折光による集光スポットとして形成されるようになっている。

【0085】

このように、波長 λ_1 と λ_2 との関係により回折次数が異なる光を利用することにより、各々の場合における回折効率を高くすることができ、光量を確保することができる。

【0086】

また CD に対しては、波長 λ_1 と λ_3 との関係により k 次（波長 λ_1 に対する回折次数が m の場合、 $m/2$ ）とするのが望ましい。

この例では、DVD と同じ 1 次の回折光として集光スポットを形成するようにしている。

【0087】

この例では、回折光学素子として、回折構造を対物光学素子に設けた例を説明したが、請求項 4 や 6 のように、このような異次回折光を生じる回折構造をコーリメータに設けても良いし、また別の光学素子を光路中に設けることも可能である。

。

【0088】

また上記した開口の切り替えについても、回折光学素子を始めとして、公知の技術を適用することができる。

【0089】

なお上記の実施の形態では、情報の再生について説明してきたが、情報の記録においても基本的な構成・光学的作用は変わらず、光情報記録媒体の記録面に集光スポットを形成することにより、記録層に熱化学変化を生ぜしめて、記録を行う。

【0090】

また、温度補償及び／又は色収差補償を行うための光学的補正構造を有する光学素子を、必要に応じて光路中に設ける事ができるのはいうまでもない。そしてこれらの光学的補正構造は回折構造や位相差付与構造によって実現できるし、対物光学素子、コリメータ及びその他の素子に設けることが出来る。

【0091】

(第2の実施の形態)

同じく図1を用いて、請求項7の発明について説明する。

各光学素子に関して、第1の実施の形態と同じ機能については説明を省略する。この実施の形態では、第1互換光学素子の役割を、対物光学素子OBLに持たせている。そして第2互換光学素子の役割をコリメータCL3に持たせている。つまり、第1互換光学素子である対物光学素子OBLは、全ての光源が通過する光路に配置されており、第2互換光学素子であるコリメータCL3は、第3光源のみが通過する光路に配置される。

【0092】

さて第1互換光学素子である対物光学素子OBLは、回折構造を有していて、それによって「高密度な光ディスク」およびDVD間の互換（第1互換機能）を達成する。

具体的には、第1光源と第2光源との間の波長差に基づく球面収差を補正する。また、回折構造で無くとも、位相差付与構造を用いても、同様の光学的作用を得

る事が出来る。

【 0 0 9 3 】

なお、光情報記録媒体について、保護基板の厚さが異なると、その差にもとづく球面収差が発生するが、ここでは「高密度な光ディスク」とDVDとは共に同じ0.6mmの保護基板を用いているので、そのような基板厚差に基づく球面収差は生じない。

【 0 0 9 4 】

第2互換光学素子であるコリメータCL3にも回折構造が設けられている。これは先の対物光学素子OBLの回折構造と組み合わせられることにより、「高密度な光ディスク」およびCD間の互換、さらにDVDおよびCD間の互換（第2互換機能）を達成する。

具体的には、「高密度な光ディスク」およびCD間の互換についてみると、使用波長も保護基板の厚さも異なる事から、第1光源と第3光源との間の波長差に基づく球面収差と、保護基板厚差（0.1mmと1.2mm）に基づく球面収差の両方を補正する。

【 0 0 9 5 】

DVDおよびCD間の互換についても同様に、第2光源と第3光源との間の波長差に基づく球面収差と、保護基板厚差（0.6mmと1.2mm）に基づく球面収差の両方を補正する。

これにより、各光情報記録媒体に対して、好適な集光スポットを形成することができる。

また先の実施の形態と同様に、異なった回折次数の回折光による集光スポットが形成されるようにしているので、「高密度な光ディスク」、DVDについて、光量を確保し、確実な情報の記録及び／又は再生が可能になる。

【 0 0 9 6 】

この実施の形態では、第2互換光学素子として、コリメータCL3に回折光学素子を設けた例（請求項11）を示したが、他にも、たとえば位相のみを付与する光路差付与構造を設けた光学素子（請求項9）や、電氣的に光学的作用を切り替えることが出来る液晶素子を用いても、同様の光学的作用を得ることが出来る

(請求項10)。特に液晶素子は、屈折率を変化させることができるという作用があるため、動的な制御が可能である。また、互換は第1互換光学素子と回折構造とで行ない、CD側の絞りの役割のみを果たすダイクロイックフィルタを用いてもよい。

また他にも、第1互換機能、第2互換機能共に、位相差付与構造を設ける事によっても達成できる。

【0097】

(第3の実施の形態)

この実施の形態は請求項1、2の発明に対応するもので、図1の構成から所定のコリメータのかわりにカップリングレンズを設けた光ピックアップ装置である。具体的には、コリメータCL1～CL3のかわりにカップリングレンズCo1～3(図示略)を設ける。

光源からの入射光を平行光にコリメートするコリメータを設けないため、有限発散光が対物光学素子に入射する。カップリングレンズはコリメータほどのパワーを有しないので、小型であり、このような構成にすることにより、ピックアップ装置を小型にすることができる。

【0098】

このように、無限平行光でなく、有限発散光を用いることにより、対物光学素子OBLに入射する光束に対する集光光学系の倍率が変わるので、これによって波長差に基づく球面収差及び基板厚差に基づく球面収差を補正することができることが知られているが、それでも十分な補正が出来ない場合がある。

また有限光を用いることにより、温度特性やトラッキング特性が劣化するという問題も生じる。

【0099】

そこでこの実施の形態では、対物光学素子OBLに、波長毎にそれぞれ異なる倍率の光束を入射させるが、第1互換光学素子、第2互換光学素子によって、波長差に基づく球面収差、保護基板厚差に基づく球面収差及び光束の倍率差に基づく球面収差を補正するようにしている。

【0100】

第1互換素子は、第2の実施の形態と同じく、対物光学素子に回折構造を設けたものであり、第2互換光学素子は、カップリングレンズC₀₃に回折構造を設けたものである。

【0101】

これによって、第1光源乃至第3光源からの光束は、全て有限発散光で対物光学素子OBLに入射するが、球面収差を全て補正され、好適な集光スポットを形成する。

【0102】

ここではコリメータCL₁～3の代わりにカップリングレンズC₀₁～3を用いているため、全ての光源の光は対物光学素子に発散光が入射するが、どれか1つはコリメータとし、対物レンズに無限平行光を入射させても良い。

【0103】

(第4の実施の形態)

図2を用いて、請求項1の発明の、別の実施の形態について説明する。同じ符号を付しているものは、基本的には第1の実施の形態と同じ機能を有するが、異なるものについて説明する。なお光学的な作用についても殆ど同じである。

【0104】

この例では、光源を2つのユニットによって構成している。具体的には、図2のLD2'は、第2の光源(DVD用の光源)、第3の光源(CD用の光源)について、同一のパッケージに収めた、いわゆる2レーザー1パッケージの光源ユニットを用いている。

【0105】

このパッケージのうち、第2の光源を光軸上に位置するように調整するので、第3の光源については光軸上からやや離れた処に位置するため、像高が生じてしまうが、この特性を改善するための技術も既に知られており、それらの技術を必要に応じて適用できる。ここでは補正板DPを用いることによりその補正を行っている。補正板DPにはグレーティングが形成されており、それによって光軸からのズレを補正すると共に、センサーS₂への集光にも寄与する。

【0106】

なおLD 2'から実線で描かれているのがDVD用の光源光束であり、点線で描かれているのがCD用の光源光束である。

【0 1 0 7】

BS 2はLD 1からの光束と、LD 2'からの光束とを同一の光路に載せるために配置される。またBS 3は、LD 2'からの光束をセンサーレンズSL 2に入射させるために配置される。

【0 1 0 8】

LD 1から投光された光束は、BS 1を経て、コリメータCL 1に入射し、これによって無限平行光にコリメートされたのち、BS 2を経て対物光学素子である対物レンズOBLに入射する。そして第1光情報記録媒体の保護基板を介して情報記録面上に集光スポットを形成する。情報記録面上で反射したのち、同じ経路をたどって、コリメータCL 1を通過してから、BS 1によってセンサーレンズSL 1を経てセンサーS 1に集光する。このセンサーによって光電変換され、電気的な信号となる。

【0 1 0 9】

LD 2'から投光された光束も、同様に光ディスク（第2光情報記録媒体または第3光情報記録媒体）に集光スポットを形成し、反射して最終的にセンサーS 2に集光する。

【0 1 1 0】

さて本実施の形態では、「第1光源、前記第2光源及び前記第3光源の共通光路に配置され、回折構造を有する回折光学素子」の役割を、対物光学素子OBLに持たせている。そのため、対物光学素子に鋸歯状の回折構造を設けている。

【0 1 1 1】

そしてこの鋸歯のピッチ（回折パワー）や深さ（ブレイズド化波長）を設定することにより、「高密度な光ディスク」に対しては、第1光源からの光束が2次回折光による集光スポットとして形成され、DVDに対しては、第2光源からの光束が1次回折光による集光スポットとして形成されるようになっている。

【0 1 1 2】

このように、波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の関係により回折次数が異なる光を利用すること

により、各々の場合における回折効率を高くすることができ、光量を確保することができる。

【0 1 1 3】

またC Dに対しては、波長 $\lambda 1$ と $\lambda 3$ との関係によりk次（波長 $\lambda 1$ に対する回折次数がmの場合、 $m/2$ ）とするのが望ましい。

この例では、DVDと同じ1次の回折光として集光スポットを形成するようにしている。

【0 1 1 4】

この例では、回折光学素子として、回折構造を対物光学素子に設けた例を説明したが、請求項4や6のように、このような異次回折光を生じる回折構造をコリメータCL1に設けても良いし、また別の光学素子を光路中に設けることも可能である。

【0 1 1 5】

また上記した開口の切り替えについても、回折光学素子を始めとして、公知の技術を適用することができる。

【0 1 1 6】

なお上記の実施の形態では、情報の再生について説明してきたが、情報の記録においても基本的な構成・光学的作用は変わらず、光情報記録媒体の記録面に集光スポットを形成することにより、記録層に熱化学変化を生ぜしめて、記録を行う。

【0 1 1 7】

また、温度補償及び／又は色収差補償を行うための光学的補正構造を有する光学素子を、必要に応じて光路中に設ける事ができるのはいうまでもない。そしてこれらの光学的補正構造は回折構造や位相差付与構造によって実現できるし、対物光学素子、コリメータ及びその他の素子に設けることが出来る。

【0 1 1 8】

（第5の実施の形態）

同じく図2を用いて、請求項7の発明の、別の実施の形態について説明する。各光学素子に関して、第4の実施の形態と同じ機能については説明を省略する。

この実施の形態では、第1互換光学素子の役割を、対物光学素子OBLに持たせている。そして第2互換光学素子の役割をコリメータCL2に持たせている。つまり、第1互換光学素子である対物光学素子OBLは、全ての光源が通過する光路に配置されており、第2互換光学素子であるコリメータCL2は、第2光源と第3光源とが通過する光路に配置される。

【0119】

さて第1互換光学素子である対物光学素子OBLは、回折構造を有していて、それによって「高密度な光ディスク」に必要な集光スポットの形成に寄与する。具体的には、第1光情報記録媒体と第2光情報記録媒体との間の互換を行なう。

また、回折構造で無くとも、位相差付与構造を用いても、同様の光学的作用を得る事が出来る。

【0120】

なお、光情報記録媒体について、保護基板の厚さが異なると、その差にもとづく球面収差が発生するが、ここでは「高密度な光ディスク」とDVDとは共に同じ0.6mmの保護基板を用いているので、基板厚差に基づく球面収差は生じない。

第2互換光学素子であるコリメータCL2にも回折構造が設けられている。これは先の対物光学素子OBLの回折構造と組み合わせられることにより、DVDおよびCD間の互換（第2互換機能）を達成する。

【0121】

DVDおよびCD間の互換についてみると、使用波長も保護基板の厚さも異なる事から、第2光源と第3光源との間の波長差に基づく球面収差と、保護基板厚差（0.6mmと1.2mm）に基づく球面収差の両方を補正する。

これにより、各光情報記録媒体に対して、好適な集光スポットを形成することができる。

また先の実施の形態と同様に、異なった回折次数の回折光による集光スポットが形成されるようにしているので、「高密度な光ディスク」、DVDについて、光量を確保し、確実な情報の記録及び／又は再生が可能になる。

【0122】

この実施の形態では、第 2 互換光学素子として、コリメータ C L 2 に回折光学素子を設けた例（請求項 1 1）を示したが、他にも、たとえば位相のみを付与する光路差付与構造を設けた光学素子（請求項 9）や、電氣的に光学的作用を切り替えることが出来る液晶素子を用いても、同様の光学的作用を得ることが出来る（請求項 1 0）。特に液晶素子は、屈折率を変化させることができるという作用があるため、動的な制御が可能である。また、互換は第 1 互換光学素子と回折構造とで行ない、C D 側の絞りの役割のみを果たすダイクロイックフィルタを用いてもよい。

【 0 1 2 3 】

（第 6 の実施の形態）

この実施の形態は請求項 1、2 の発明に対応する別の実施の形態で、図 2 の構成から所定のコリメータのかわりにカップリングレンズを設けた光ピックアップ装置である。具体的には、コリメータ C L 1、C L 2 のかわりにカップリングレンズ C o 1、2 を設ける。

光源からの入射光を平行光にコリメートするコリメータを設けないため、有限発散光が対物光学素子に入射し、その入射角は全ての光がほぼ同じ角度となる。カップリングレンズはコリメータほどのパワーを有しないので、小型であり、このような構成にすることにより、ピックアップ装置を小型にすることができる。

【 0 1 2 4 】

このように、無限平行光でなく、有限発散光を用いることにより、対物光学素子 O B L に入射する光束に対する集光光学系の倍率が変わるので、これによって波長差に基づく球面収差及び基板厚差に基づく球面収差を補正することができることが知られているが、それでも十分な補正が出来ない場合がある。

また有限光を用いることにより、温度特性やトラッキング特性が劣化するという問題も生じる。

【 0 1 2 5 】

そこでこの実施の形態では、対物光学素子 O B L に、波長毎にそれぞれ異なる倍率の光束を入射させるが、第 1 互換光学素子、第 2 互換光学素子によって、波長差に基づく球面収差、保護基板厚差に基づく球面収差及び光束の倍率差に基づ

く球面収差を補正するようにしている。

【0 1 2 6】

第1互換素子は、第5の実施の形態と同じく、対物光学素子に回折構造を設けたものであり、第2互換光学素子は、カップリングレンズC o 3に回折構造を設けたものである。

【0 1 2 7】

これによって、第1光源乃至第3光源からの光束は、全て有限発散光で対物光学素子O B Lに入射するが、球面収差を全て補正され、好適な集光スポットを形成する。

【0 1 2 8】

ここではコリメータC L 1～3の代わりにカップリングレンズC o 1～3を用いているため、全ての光源の光は対物光学素子に発散光が入射するが、どれか1つはコリメータとし、対物レンズに無限平行光を入射させても良い。

【0 1 2 9】

(第7の実施の形態)

この実施の形態においては、図3に示すように、対物光学素子10の一つの光学面11（出射面）であって、第3光情報記録媒体としてのC Dの情報記録面上に開口数N A 3の集光スポットを形成する波長 λ 3の光束が通過する領域に、光軸Lを中心とした複数（2つ）の輪帯状光学面（R s、R 1）が段差面20を介して連続的に形成されている。なお、以下の説明においては、輪帯状光学面が形成されている光学面全体を「S 1面」と表記する場合がある。

これら輪帯状光学面の数は2～10のいずれかであることが好ましい。

【0 1 3 0】

ここで、2つの輪帯状光学面のうち、光軸Lを含む輪帯状光学面をR s、光軸から最も離れた輪帯状光学面をR 1とする。

なお、光軸Lを含む輪帯状光学面R sについては、光軸L方向から見たその形状が「輪帯」ではなく、例えば光軸Lを中心とした略円形状となる場合も含むものとする。本実施の形態で示す輪帯状光学面R sの形状は、光軸L方向から見て略円形状となっている。

輪帯状光学面 R1 に連続する二つの段差面 20 のうち、光軸 L に近い方の段差面 20 の光軸 L に平行な距離は他方の段差面 20 の光軸 L に平行な距離と比較して短いことが好ましい。

【0131】

輪帯状光学面 R_s は屈折面で構成されており、この輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束は、それぞれの光情報記録媒体（「高密度な光ディスク」、DVD 及び CD）の情報記録面上に集光スポットを形成するようになっている。

輪帯状光学面 R1 も同様に屈折面で構成されているが、輪帯状光学面 R_s に対して、光源側に所定距離だけずれた位置に形成されている。

この輪帯状光学面 R1 を通過した波長 λ_3 の光束も、第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光スポットを形成するようになっている。

【0132】

対物光学素子 10 の他方の光学面 12（入射面）には、第 1 回折構造 30 としての回折輪帯が形成されている。なお、以下の説明においては、第 1 回折構造 30 が形成されている光学面全体を「S2 面」と表記する場合がある。

第 1 回折構造 30 は、入射面 12 上であって第 3 光情報記録媒体に開口数 NA₃ の集光スポットを形成する波長 λ_3 の光束が通過する領域（以下、領域 A1 ともいう。）に形成されている。

また、第 1 回折構造が形成される領域 A1 は、輪帯状光学面 R_s を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が通過する領域に相当する。

【0133】

本実施の形態においては、領域 A1 より光軸 L から離れた領域であって、輪帯状光学面 R1 を通過後、それぞれの光情報記録媒体に集光スポットを形成する波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が通過する領域（以下、領域 A2 ともいう。）に第 2 回折構造 40 としての回折輪帯が形成されている。

また、領域 A2 よりも光軸から離れた領域の構造は限定されるものではないが、本実施の形態では回折輪帯が形成されている。これら回折輪帯の構造について

は周知であるため説明を省略する。

そして、この第 1 回折構造による波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の m 次、 n 次及び k 次回折光をそれぞれの光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより、情報の再生及び／又は記録を行なうようになっている。

【0 1 3 4】

ここで、波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の光束が同じ発散角で又は同じ無限光として対物光学素子 1 0 に入射し、第 1 回折構造 3 0 が、波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の光束が対物光学素子 1 0 の光学面 1 0、1 2 を通過する際に生じる球面収差を、波長 $\lambda 1$ と波長 $\lambda 2$ の差によって補正するように構成されていることが好ましい。

また、各回折光の回折次数の組み合わせを、 $(m, n) = (8, 5)$ 、 $(6, 4)$ 、 $(2, 1)$ 、 $(5, 3)$ 、 $(2, 2)$ 、 $(3, 2)$ 、 $(10, 6)$ のいずれかの組合せとすることが好ましく、さらに、 $(m, n, k) = (2, 1, 1)$ 、 $(2, 1, 0)$ 、 $(5, 3, 2)$ 、 $(2, 2, 1)$ 、 $(3, 2, 2)$ のいずれかの組合せとすることが好ましい。

また、波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光束が入射した場合に、第 1 回折構造 3 0 により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせと、第 2 回折構造 4 0 により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせとが異なることが好ましい。

【0 1 3 5】

また、第 2 回折構造 4 0 により生じる各光束の回折光のうち最大の回折光率となる回折光の組み合わせが 1、1、1 であることが好ましいが、これに特定されるものではない。

また、 $370\text{ nm} \leq \lambda 1 \leq 430\text{ nm}$ 、 $760\text{ nm} \leq \lambda 3 \leq 810\text{ nm}$ の条件下において、 $k = m/2$ を満たすことが好ましい。

また、前記 m 次の回折光及び前記 n 次の回折光の回折効率と共に 80% 以上であることが好ましい。

また、前記 k 次の回折光の回折効率は 40% 以上であることが好ましい。

【0 1 3 6】

図 4 は、このように構成された対物光学素子 1 0 を光ピックアップ装置に用い

た場合における、高密度な光ディスク、DVD、CDの各情報記録面上での縦球面収差図の一例を示すものである。なお、以下の図4、5、8及び10においては、縦軸が開口数、横軸が球面収差量を表している。

図4(a)に示すように、高密度な光ディスク用として用いられる波長 λ_1 の光束は、輪帯状光学面 R_s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_1 の光束が、第1光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光する。

一方、輪帯状光学面 R_l が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差がアンダー側に不連続となる。

なお、第2回折構造の形状を変更し、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光が入射した場合に最大の回折効率となる回折光の次数の組み合わせを変えた場合、球面収差をオーバー側に不連続とすることもできる。

そして、開口数 NA_1 に対応する領域全体で見た場合に、球面収差が実用上支障のない範囲に収まるように S_1 面と S_2 面の形状を設計することは比較的容易である。

【0137】

また、図4(b)に示すように、DVD用として用いられる波長 λ_2 の光束は、輪帯状光学面 R_s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_2 の光束が、第2光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光する。

また、輪帯状光学面 R_l が形成されている箇所に対応する開口数内においても、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_l を通過した波長 λ_2 の光束が、第2光情報記録媒体の情報記録面上にはほぼ収差なく集光する。

従って、開口数 NA_2 に対応する領域全体で見た場合に、球面収差をほぼなくすることができる。

【0138】

また、図4(c)に示すように、CD用として用いられる波長 λ_3 の光束は、輪帯状光学面 R_s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差がオーバー側に徐々に大きくなる。

一方、輪帯状光学面 R_1 が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差がアンダー側に不連続となる。

そして、開口数 NA_3 に対応する領域全体で見た場合に、球面収差が実用上支障のない範囲に収まるように S_1 面と S_2 面の形状を設計することは比較的容易である。なお、輪帯状光学面 R_1 が形成されている箇所より光軸から離れた位置を通過する波長 λ_3 の光束はフレア光となり、スポット径が必要開口数相当となる。

【0 1 3 9】

なお、波長 λ_3 の光束によって第3光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差は $0.050[\lambda_3 \text{ rms}]$ 以下であることが好ましい。

また、波長 λ_3 の光束によって第3光情報記録媒体に形成される集光スポットの波面収差が最小となる光軸方向の位置（最良像面位置）に対して、波長 λ_3 の光束の近軸光線が光源側に集光することが好ましい。

また、輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_3 の光束と、輪帯状光学面 R_1 を通過した前記波長 λ_3 の光束とが、光軸方向に $10 \mu\text{m}$ 以上離れて集光することが好ましい。

また、前記輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_2 の光束と、輪帯状光学面 R_1 を通過した波長 λ_2 の光束とが、光軸方向に $5 \mu\text{m}$ 以上離れて集光することが好ましい。

また、隣接する2つの輪帯状光学面間の段差面の光軸方向の長さ D が $1.5 \mu\text{m} \leq D \leq 2.0 \mu\text{m}$ 、 $2.0 \mu\text{m} \leq D \leq 3.0 \mu\text{m}$ 、又は $3.0 \mu\text{m} \leq D \leq 4.5 \mu\text{m}$ を満たすことが好ましい。

【0 1 4 0】

また、輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_3 の光束と、輪帯状光学面 R_s 以外の輪帯状光学面を通過した波長 λ_3 の光束との、集光スポットにおける位相差 ϕ は、 $-0.1\pi \leq \phi \leq 0.1\pi$ を満たすことが好ましい。

また、輪帯状光学面 R_1 を通過後、集光スポットを形成する波長 λ_3 の光束の集光位置 f_{B3} は、波長 λ_3 の光束によって第3光情報記録媒体に形成される集光スポットの最良像面位置に対して、光軸方向において、 $|f_{B3}| \leq 5 \mu\text{m}$ を

満たすことが好ましい。

以上のように、本実施の形態に示した対物光学素子及びこの対物光学素子を用いた光ピックアップ装置によれば、3種類の光情報記録媒体に対して互換性を有することができる。

【0 1 4 1】

また、第2回折構造や輪帯状光学面 R 1 の面形状を代えることにより、S 1 面と S 2 面が図 3 のように構成された対物光学素子の縦球面収差図が図 5 に示すようなものであってもよい。

図 5 (a) に示すように、高密度な光ディスク用として用いられる波長 $\lambda 1$ の光束は、輪帯状光学面 R s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R s を通過した波長 $\lambda 1$ の光束が、第 1 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光している。

また、輪帯状光学面 R 1 が形成されている箇所に対応する開口数内においても、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R 1 を通過した波長 $\lambda 1$ の光束が、第 1 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光している。

従って、開口数 NA 1 より以下の領域全体で見た場合に、球面収差をほぼなくすることができる。

【0 1 4 2】

また、図 5 (b) に示すように、DVD 用として用いられる波長 $\lambda 2$ の光束は、輪帯状光学面 R s が形成されている箇所に対応する開口数において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R s を通過した波長 $\lambda 2$ の光束が、第 2 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光している。

一方、輪帯状光学面 R 1 が形成されている箇所に対応する開口数において、球面収差がアンダー側に不連続となる。

なお、第 2 回折構造の形状を変更し、波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光が入射した場合に最大の回折効率となる回折光の次数の組み合わせを変えた場合、球面収差をオーバー側に不連続とすることもできる。

そして、開口数 NA 2 に対応する領域全体で見た場合に、球面収差が実用上支障のない範囲に収まるように S 1 面と S 2 面の形状を設計することは比較的容易

である。

この場合、図 5 (c) に示す CD 用として用いられる波長 λ_3 の光束の縦球面収差図は、上記図 4 (c) と同様となる。

【0143】

また、図 6 に示すように、上記第 7 の実施の形態に示した S 1 面と S 2 面とを入射面側で組み合わせた対物光学素子であってもよい。

具体的に説明すると、A 2 領域の第 2 回折構造全体を光情報記録媒体側に所定距離だけずれた位置に形成するものである。

このような構成であっても、縦球面収差図は、図 4 あるいは図 5 に示したものとほぼ同様の形状となり、3 種類の光情報記録媒体に対して互換性を持った光ピックアップ装置及び対物光学素子を得ることができる。

なお、図示は省略するが、S 1 面と S 2 面とが、出射面側で組み合わされた対物光学素子であっても良い。

【0144】

(第 8 の実施の形態)

本実施の形態に示す対物光学素子は、上記第 7 の実施の形態と比較して、図 7 に示すように、上記領域 A 2 が屈折面 50 で構成されている点のみが異なる。

【0145】

図 8 は、このように構成された対物光学素子を用いた場合における、高密度な光ディスク、DVD、CD の各情報記録面上での縦球面収差図の一例を示すものである。

図 8 (a) に示すように、高密度な光ディスク用として用いられる波長 λ_1 の光束は、輪帯状光学面 R s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R s を通過した波長 λ_1 の光束が、第 1 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光する。

一方、輪帯状光学面 R 1 が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差がアンダー側に不連続となる。

そして、開口数 NA 1 に対応する領域全体で見た場合に、球面収差が実用上支障のない範囲に収まるように S 1 面と S 2 面の形状を設計することは比較的容易

である。

【0146】

また、図8（b）に示すように、DVD用として用いられる波長 λ_2 の光束は、輪帯状光学面 R_s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_2 の光束が、第2光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光する。

一方、輪帯状光学面 R_1 が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差がアンダー側に不連続となる。

そして、開口数 NA_2 に対応する領域全体で見た場合に、球面収差が実用上支障のない範囲に収まるように S_1 面と S_2 面の形状を設計することは比較的容易である。

この場合、図8（c）に示すCD用として用いられる波長 λ_3 の光束の縦球面収差図は、上記図4（c）と同様となる。

以上のように、本実施の形態に示した対物光学素子及びこの対物光学素子を用いた光ピックアップ装置によれば、3種類の光情報記録媒体に対して互換性を持たせることができる。

【0147】

（第9の実施の形態）

本実施の形態に示す対物光学素子は、上記第7の実施の形態と比較して、図9に示すように、対物光学素子の一つの光学面11（出射面）であって、第3光情報記録媒体としてのCDの情報記録面上に開口数 NA_3 の集光スポットを形成する波長 λ_3 の光束が通過する領域に、光軸を中心とした複数の輪帯状光学面60が形成されている点と、入射面12の領域 A_1 と A_2 の両方に第1回折構造30としての回折輪帯が形成されている点が異なる。

【0148】

具体的に説明すると、光軸を中心とした複数の輪帯状光学面60が、段差面70を介して階段状に連続的に形成されている。

そして、波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束のうち、波長 λ_3 の光束に対しては、各輪帯状光学面60を通過する際に所定の光路差を付与することにより、通過前

後で位相差を生じさせ、波長 λ_1 及び λ_2 の光束の少なくとも一つ（本実施の形態においては両方）に対しては、各輪帯状光学面60を通過する際に所定の光路差を付与せず、通過前後で位相差を生じさせないようにになっている。

【0149】

ここで、複数の輪帯状光学面60のうち、光軸Lを含む輪帯状光学面を R_s 、光軸Lから最も離れた輪帯状光学面を R_1 とする。

輪帯状光学面 R_s は屈折面で構成されており、この輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束は、それぞれの光情報記録媒体（「高密度な光ディスク」、DVD及びCD）の情報記録面上に集光スポットを形成するようになっている。

輪帯状光学面 R_1 も同様に屈折面で構成されており、この輪帯状光学面 R_1 を通過した波長 λ_3 の光束も、第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光スポットを形成するようになっている。

【0150】

図10は、このように構成された対物光学素子を用いた場合における、高密度な光ディスク、DVD、CDの各情報記録面上での縦球面収差図の一例を示すものである。

図10(a)に示すように、高密度な光ディスク用として用いられる波長 λ_1 の光束は、輪帯状光学面 R_s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_1 の光束が、第1光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光する。

また、輪帯状光学面 R_1 が形成されている箇所に対応する開口数においても、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_1 を通過した波長 λ_1 の光束が、第1光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光する。

従って、開口数 NA_1 に対応する領域全体で見た場合に、ほぼ球面収差をなくすることができる。

なお、場合によっては、 S_1 面上の輪帯状構造により、図10の(c)のような各輪帯状光学面を通過した光束による微小な集光位置のずれが、図10の(a)、(b)に現れる場合があるが、ここでは概略的に完全に収差のない縦球面収

差図としている。

【 0 1 5 1 】

また、図 1 0 (b) に示すように、DVD 用として用いられる波長 λ_2 の光束は、輪帯状光学面 R_s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_s を通過した波長 λ_2 の光束が、第 2 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光する。

また、輪帯状光学面 R_1 が形成されている箇所に対応する開口数内においても、球面収差が変化しない、つまり、輪帯状光学面 R_1 を通過した波長 λ_2 の光束が、第 2 光情報記録媒体の情報記録面上にほぼ収差なく集光する。

従って、開口数 NA_2 に対応する領域全体で見た場合に、ほぼ球面収差をなくすることができる。

【 0 1 5 2 】

また、図 1 0 (c) に示すように、CD 用として用いられる波長 λ_3 の光束は、輪帯状光学面 R_s が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差がオーバー側に徐々に大きくなっていく。

一方、輪帯状光学面 R_1 が形成されている箇所に対応する開口数内において、球面収差がアンダー側に不連続となっている。

そして、開口数 NA_3 に対応する領域全体で見た場合に、球面収差が実用上支障のない範囲に収まるように S_1 面と S_2 面の形状を設計することは比較的容易である。なお、輪帯状光学面 R_1 が形成されている箇所より光軸から離れた位置を通過する波長 λ_3 の光束はフレア光となる。

そのため、波長 λ_3 の光束に対して個別の絞りを設ける必要がない。

以上のように、本実施の形態に示した対物光学素子及びこの対物光学素子を用いた光ピックアップ装置によれば、3 種類の光情報記録媒体に対して互換性を持たせることができる。

【 0 1 5 3 】

また、対物レンズ 1 0 の一方の光学面 1 2 に、図 1 1 (a)、(b) に示すような、回折輪帯 8 0 と光路差付与構造 9 0 を形成してもよい。

具体的には、対物レンズ 1 0 には、光軸 L を中心とした、所定の非球面形状の

光学面に対して実質的な傾きをもつ鋸歯状の不連続面である複数の回折輪帯 8 0 が複数形成されており、さらに、各回折輪帯 8 0 の光学面上には、これら回折輪帯 8 0 を通過する光束に対して所定の光路差を付与する、光軸に沿った階段状の不連続面（段差） 9 1 からなる光路差付与構造 9 0 が形成されている。

【 0 1 5 4 】

図 1 1 (a)、(b) 中に一点鎖線で示す線は、上述のように、各回折輪帯 8 0 の始点を結んでできる仮想の非球面形状からなる光学面（所定の非球面形状の光学面）を表すものであり、二点鎖線で示す線は、光軸 L を中心として光軸 L から離れるにしたがってその厚みが増すように形成された、従来より周知の同心円状の鋸歯状の回折輪帯 8 0 の外形を表すものである。

実線で示す線は、各回折輪帯 8 0 の光学面上に形成されている、各回折輪帯 8 0 を通過する光束に対して所定の光路差を付与する段差 9 1 の外形を含む、実際のレンズ形状を表すものである。

【 0 1 5 5 】

段差 9 1 の深さ d_1 （光軸 L 方向の長さ）は、例えば、波長 λ_2 に対する対物レンズの屈折率を n とした場合に、 $\lambda_2 / (n - 1)$ で表される値とほぼ等しくなっており、一つの段差を通過する波長 λ_2 の光束と、その隣の段差を通過する波長 λ_2 の光束との間に、ほぼ 1 波長 λ_2 に相当する光路差が生じ、かつ波面のずれが生じない長さに設定されている。

また、各段差の表面 9 1 a（光学機能面）の形状は、図中に二点鎖線で示した鋸歯状の回折輪帯 8 0 の表面の形状を、各段差 9 1 に対応する区間で分割して、光軸 L 方向に平行移動させた形状に近似したものとなっている。

【 0 1 5 6 】

このように、光学面に所定の深さの段差 9 1 を設けてなる光路差付与構造 9 0 により、対物レンズ 1 0 を通過する光束に対して所定の光路差を付与する機能を有し、また、各段差の表面 9 1 a の形状を、回折輪帯 8 0 を各段差 9 1 に対応する区間で分割して、光軸 L 方向に平行移動させた形状とすることにより、波長 λ_1 ～ 波長 λ_3 の各光束の最大の回折効率となる回折次数の回折光を抽出する機能を有することになる。

例えば、波長 λ_1 (650 nm) の光束が対物レンズに入射した場合、波長 λ_1 の光束は回折輪帯 80 により回折作用を受けると共に、図 11 (b) の領域 A ~ E を通過することにより、各光束にはそれぞれ、 $780\text{ nm} - 650\text{ nm} = 130\text{ nm}$ 、つまり $2/5\pi$ ラジアン の位相差が実質的に付与されることになり、結果的に波長 λ_1 の光束の位相が変化することによる回折作用も受けるようになっている。

【0157】

一方、波長 λ_2 (780 nm) の光束が入射した場合、波長 λ_2 の光束は回折輪帯 80 により回折作用を受けると共に、図 3 の領域 A ~ E を通過することにより、各光束にはそれぞれ 1 波長 λ_2 に相当する位相差が付与されることになり、領域 A ~ E を通過した光束間に生じる位相差はほぼゼロとなる。従って、波長 λ_2 の光束は、光路差付与構造 90 によっては実質的に回折せずに、そのまま透過するようになっている。

このように、対物レンズ 10 に形成した回折輪帯 80 と光路差付与構造 90 との二段階で各波長の光束の回折次数を実質的に変化させることができるので、各光束の回折次数を適宜変化させて、光情報記録媒体の種類に応じた十分な光量を有する回折光を得ることができる。また、回折効率や回折次数に対する設計の自由度を増大させることができる。

【0158】

【実施例】

次に、上記実施の形態で示した光ピックアップ装置及び光学素子の第 1 の実施例について説明する。

本実施例においては、図 6 に示したような、S1 面と S2 面とを入射面側で組み合わせた対物レンズを用いるものとする。

具体的に説明すると、図 12 に示すように、両面非球面の単レンズである対物レンズの入射面が、光軸 L からの高さ h が 1.45 mm 以上の第 2 面、1.1 mm 以上で 1.45 mm 未満の第 2' 面、1.1 mm 未満の 2'' 面に区分されている。

【0159】

そして、第2'面及び第2''面には、所定の非球面形状の光学面に対して実質的な傾きをもつ鋸歯状の不連続面である複数の回折輪帯80と、さらに、各回折輪帯80の光学面上に、これら回折輪帯80を通過する光束に対して所定の光路差を付与する、光軸に沿った階段状の不連続面91（段差）からなる光路差付与構造90とが形成されており、一つの回折輪帯80に形成される各段差91は、光軸Lから離れるに従って光源側に突出する形状となっている。

また、第2面には、鋸歯状の回折輪帯のみが形成されている。

そして、第2'面及び第2''面を通過する波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の各光束は、最大の回折効率となる回折次数 $m=2$ 、 $n=1$ 、 $k=0$ の回折光が得られるように、上記回折輪帯80及び光路差付与構造90から回折作用を受けて出射される。

【0160】

具体的に説明すると、回折輪帯80の光学面は、光路差付与構造90が無いと仮定した場合、波長 $\lambda 1$ の光束の2（= $mB1$ ）次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、波長 $\lambda 2$ の光束の1（= $mB2$ ）次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させ、前記波長 $\lambda 3$ の光束の1（= $mB3$ ）次回折光が最大の回折効率を有するよう回折させる。

また、光路差付与構造90は、これら回折光に対して、波長 $\lambda 1$ の光束の2（= m ）次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、波長 $\lambda 2$ の光束の1（= n ）次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与し、波長 $\lambda 3$ の光束の0（= k ）次回折光が最大の回折効率を有する光路差を付与する。

【0161】

つまり、下記の各式（1）～（3）において、

$$m = mB1 - mD \quad \dots (1)$$

$$n = mB2 - mD + (-1, 0 \text{ 又は } 1) \quad \dots (2)$$

$$k = mB3 - mD + (-1, 0 \text{ 又は } 1) \quad \dots (3)$$

$mB1=2$ 、 $mB2=1$ 、 $mB3=1$ 、 $mD=0$ として、

$$m = 2 - 0 = 2$$

$$n = 1 - 0 + 0 = 1$$

$$k = 1 - 0 - 1 = 0$$

となるように各光束に光路差を付与する。

【0162】

また、第2面を通過する波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の各光束は、回折次数 $m=2$ 、 $n=1$ 、 $k=1$ の回折光が得られるように、上記回折輪帯80から回折作用を受けて出射される。

このように、波長 λ_1 及び λ_2 の光束に対しては、第2面、第2'面及び第2''面を通過する際にそれぞれ回折次数 $m=2$ 、 $n=1$ の回折光が得られるように回折作用を与える一方で、波長 λ_3 の光束に対しては、第2'面及び第2''面を通過する際と第2面を通過する際とで異なる次数の回折光が得られるように回折作用を与えることにより、第2面を通過した波長 λ_3 の光束（1次回折光）をCDの情報記録面上に集光させず、いわゆるフレア化することができるようにになっている。

表1、表2に対物レンズのレンズデータを示す。

【0163】

【表1】

実施例1 レンズデータ

対物レンズの焦点距離	f1:	3.1mm	f2:	3.26mm	f3:	3.57mm
像面側開口数	NA1:	0.65	NA2:	0.62	NA3:	0.40
回折次数	n1:	2	n2:	1	n3:	0
倍率	m1:	0	m2:	0	m3:	0

第i面	Ri	di (407nm)	ni (407nm)	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)
0		∞		∞		∞	
1 (絞り径)	∞	0.1 ($\phi 4.03\text{mm}$)		0.1 ($\phi 4.03\text{mm}$)		0.1 ($\phi 2.89\text{mm}$)	
2	2.05949	-0.004843	1.559806	-0.004843	1.540725	-0.004843	1.537237
2'	1.65821	-0.025414		-0.025414		-0.025414	
2''	2.11730	1.730000		1.730000		1.730000	
3	-14.46196	1.71	1.0	1.85	1.0	1.79	1.0
4	∞	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
5	∞						

* diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。(但し、d2, d2'は第2''面までの変位を示す)

【0164】

表1に示すように、本実施例の対物レンズは、波長 $\lambda_1 = 407\text{nm}$ のときの

焦点距離 $f = 3.1 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA1 = 0.65$ に設定されており、波長 $\lambda 2 = 655 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f 2 = 3.26 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA2 = 0.62$ に設定されており、波長 $\lambda 3 = 785 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f 3 = 3.57 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA3 = 0.40$ に設定されている。

【0165】

また、光束 $\lambda 1 \sim \lambda 3$ に対する倍率 $m1 \sim m3$ はほぼ 0 であり、対物レンズに平行光が入射する無限系の構成となっている。

表 1 中の面 No. 2、2'、2'' は、上述のように、それぞれ対物レンズの入射面のうち、 $1.45 \text{ mm} \leq h$ の第 2 面、 $1.1 \text{ mm} \leq h < 1.45 \text{ mm}$ の第 2' 面、 $h < 1.1 \text{ mm}$ の第 2'' 面を示しており、面番号 3、4 はそれぞれ、光情報記録媒体の保護基板の表面、記録層を表している。また、 R_i は曲率半径、 d_i は第 i 面から第 $i+1$ 面までの光軸方向の変位、 n_i は各面の屈折率を表している。

【0166】

対物レンズの第 2 面、第 2' 面、第 2'' 面、第 3 面は、それぞれ次式（数 1）に表 1 及び表 2 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0167】

【数 1】

$$\text{非球面形状式} \quad X(h) = \frac{(h^2/R)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R)^2}} + \sum_{i=0}^9 A_{2i} h^{2i}$$

【0168】

ここで、 $X(h)$ は光軸方向の軸（光の進行方向を正とする）、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【表 2】

非球面データ

第2面 ($1.45\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ	$-4.8542 \times E-1$
A4	$-2.9942 \times E-3$
A6	$-9.4811 \times E-5$
A8	$+4.4741 \times E-4$
A10	$-1.2388 \times E-4$
A12	$+1.2201 \times E-5$
A14	$-7.2281 \times E-7$

光路差関数

C2	$-1.9949 \times E+1$
C4	$-8.1237 \times E-1$
C6	$+5.6955 \times E-1$
C8	$-1.6478 \times E-1$
C10	$+1.8361 \times E-2$

第2'面 ($1.1\text{mm} \leq h < 1.45\text{mm}$)

非球面係数

κ	-1.8050
A4	$-2.3866 \times E-2$
A6	$+4.9979 \times E-3$
A8	$+7.6653 \times E-3$
A10	$-1.6235 \times E-4$
A12	$-1.9529 \times E-3$
A14	$+4.6746 \times E-4$

光路差関数

C2	$-1.9615 \times E+1$
C4	$-3.4498 \times E-1$
C6	$-6.7775 \times E-1$
C8	$+6.2791 \times E-1$
C10	$-1.5009 \times E-1$

第2面 ($h < 1.1\text{mm}$)

非球面係数

κ	$+5.6043 \times E-1$
A4	$-1.2469 \times E-2$
A6	$-3.4236 \times E-3$
A8	$-1.3601 \times E-3$
A10	$+1.4240 \times E-5$
A12	$+1.7673 \times E-5$
A14	$-1.2485 \times E-6$

光路差関数

C2	$-1.9785 \times E+1$
C4	$-9.7147 \times E-1$
C6	$+1.6560$
C8	-1.6829
C10	$+5.9962 \times E-1$

第3面

非球面係数

κ	$-7.3166 \times E+2$
A4	$-1.2546 \times E-2$
A6	$+1.1479 \times E-2$
A8	$-5.0025 \times E-3$
A10	$+1.2263 \times E-3$
A12	$-1.6898 \times E-4$
A14	$+1.0226 \times E-5$

【0169】

また、回折輪帯のピッチは数2の光路差関数に、表2に示す係数を代入した数式で規定される。

【0170】

【数2】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \left(\sum_{i=0}^5 B_{2i} h^{2i} \right) \times mD \times \frac{\lambda}{\lambda B}$$

ここで、 B_{2i} は光路差関数の係数、 mD は光路差付与構造が無いと仮定した場合（回折構造のみを備えるものと仮定した場合）の各光束の回折次数、 λ は使用波長、 λB は回折のブレイズ化波長（第1及び第2の実施例においては $\lambda B = 1\text{mm}$ ）である。

【0171】

図13は、高密度光ディスク（AOD）に用いられる波長 λ_1 （407 nm）の光束の波長が、407 nmから ± 1 nm変動した場合における縦球面収差の変動量と開口数（NA）を示すグラフである。

通常、モードホップ等に起因した波長の変動量は $1\ \mu\text{m}$ 程度であるから、この範囲内において、縦球面収差の変動量は実用上支障が無い範囲に抑えられており、十分な色補正機能を有することが分かる。

【0172】

図14は、波長 λ_1 （AOD）、波長 λ_2 （DVD）、波長 λ_3 （CD）の各光束の波面収差及び回折効率を示すものであり、図15～図17は、波長 λ_1 ～ λ_3 の各光束の集光位置 f_B と開口数を示すグラフである。

図14～図17より、各光束の波面収差は回折限界の $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 以下に抑えられており、十分な色補正機能を有することが分かる。また、各光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生に用いるために十分な回折効率を有していることが分かる。

【0173】

次に、上記実施の形態で示した光ピックアップ装置及び光学素子の第2の実施例について説明する。

本実施例においても、図6に示したような、S1面とS2面とを入射面側で組み合わせた対物レンズを用いるものとする。

具体的に説明すると、両面非球面の単レンズである対物レンズの入射面が、光軸Lからの高さ h が1.45 mm以上の第2面、1.1 mm以上で1.45 mm未満の第2'面（領域A1）、1.1 mm未満の2''面（領域A2）に区分されている。

【0174】

そして、領域A1には第1回折構造としての複数の回折輪帯が形成され、領域A2には第2回折構造としての回折輪帯が形成されている。また、第2面にも回折輪帯が形成されている。

そして、第2面、第2'面及び第2''面を通過する波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の各光束は、最大の回折効率となる回折次数 $m=3$ 、 $n=2$ 、 $k=2$ の回折光が得

られるように、上記第1回折構造及び第2回折構造から回折作用を受けて出射されるようになっている。

表3、表4に対物レンズのレンズデータを示す。

【0175】

【表3】

実施例2 レンズデータ

対物レンズの焦点距離	f1:	3.1mm	f2:	3.19mm	f3:	3.18mm
像側開口数	NA1:	0.65	NA2:	0.63	NA3:	0.45
回折次数	n1:	3	n2:	2	n3:	2
倍率	m1:	0	m2:	0	m3:	0

第i面	Ri	di (407nm)	ni (407nm)	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)
0		∞		∞		∞	
1 (絞り径)	∞	0.1 (ϕ 4.03mm)		0.1 (ϕ 4.03mm)		0.1 (ϕ 2.89mm)	
2	2.04672	0.005188	1.559806	0.005188	1.540725	0.005188	1.537237
2'	2.19683	0.013857		0.013857		0.013857	
2''	1.99496	1.730000		1.730000		1.730000	
3	-13.44828	1.72	1.0	1.78	1.0	1.38	1.0
4	∞	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
5	∞						

* diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。(但し、d2, d2'は第2''面までの変位を示す)

【0176】

表3に示すように、本実施例の対物レンズは、波長 $\lambda_1 = 407\text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.1\text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.65$ に設定されており、波長 $\lambda_2 = 655\text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 3.19\text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.63$ に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785\text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_3 = 3.18\text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_3 = 0.45$ に設定されている。

また、光束 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ に対する倍率 $m_1 \sim m_3$ はほぼ0であり、対物レンズに平行光が入射する無限系の構成となっている。

【0177】

対物レンズの第2面、第2'面、第2''面、第3面は、それぞれ上記数1に表3及び表4に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【表 4】

非球面データ

第2面 ($1.45\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ	$-5.4210 \times E-1$
A4	$-1.6156 \times E-3$
A6	$+5.2867 \times E-4$
A8	$+4.5232 \times E-4$
A10	$-1.9450 \times E-4$
A12	$+1.9945 \times E-5$
A14	$-8.1755 \times E-7$

光路差関数

C2	-5.6884
C4	-2.3034
C6	$+5.8398 \times E-1$
C8	$-1.1111 \times E-1$
C10	$+5.2102 \times E-3$

第2'面 ($1.1\text{mm} \leq h < 1.45\text{mm}$)

非球面係数

κ	$-3.7554 \times E-1$
A4	$-7.9273 \times E-3$
A6	$+2.1214 \times E-2$
A8	$-3.0263 \times E-3$
A10	$-9.9477 \times E-3$
A12	$+5.9443 \times E-3$
A14	$-1.0283 \times E-3$

光路差関数

C2	-5.5699
C4	-2.5038
C6	$+7.8130 \times E-2$
C8	$+5.7889 \times E-1$
C10	$-2.0441 \times E-1$

第2面 ($h < 1.1\text{mm}$)

非球面係数

κ	$+6.8230 \times E-1$
A4	$-3.5343 \times E-2$
A6	$+2.8071 \times E-2$
A8	$-3.4333 \times E-2$
A10	$+1.1079 \times E-2$
A12	$+1.7674 \times E-5$
A14	$-1.2485 \times E-6$

光路差関数

C2	-5.7100
C4	-7.2912
C6	$+1.5277 \times E-1$
C8	$-1.5615 \times E-1$
C10	$+5.6948$

第3面

非球面係数

κ	$-1.2944 \times E+2$
A4	$-3.6832 \times E-3$
A6	$+1.0114 \times E-2$
A8	$-5.6473 \times E-3$
A10	$+1.4453 \times E-3$
A12	$-1.7972 \times E-4$
A14	$+8.5800 \times E-6$

【0178】

また、回折輪帯のピッチは上記数2の光路差関数に、表4に示す係数を代入した数式で規定される。

【0179】

図18は、高密度光ディスク(AOD)に用いられる波長 λ_1 (407nm)の光束の波長が、407nmから ± 1 nm変動した場合における球面収差の変動量と開口数(NA)を示すグラフである。

通常、モードホップ等に起因した波長の変動量は $1\mu\text{m}$ 程度であるから、この範囲内において、縦球面収差の変動量は実用上支障が無い範囲に抑えられており、十分な色補正機能を有することが分かる。

【0180】

図19は、波長 λ_1 (AOD)、波長 λ_2 (DVD)、波長 λ_3 (CD)の各光束の波面収差及び回折効率を示すものであり、図20～図22は、波長 λ_1 ～

λ 3 の各光束の集光位置 f_B と開口数を示すグラフである。

図 19～図 22 より、波面収差は回折限界の $0.07\lambda_{rms}$ 以下に抑えられており、十分な色補正機能を有することが分かる。また、各光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生に用いるために十分な回折効率を有していることが分かる。

【0181】

【発明の効果】

以上、本発明に係る光ピックアップ装置及び光学素子によれば、第 1 光源、第 2 光源及び第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を備え、第 1 光情報記録媒体、第 2 光情報記録媒体及び第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、回折光学素子に全ての前記光束をほぼ同じ角度で入射させる。

従って、例えば、第 1～第 3 の波長の光の光路がほぼ等しくなるので、光ピックアップ装置を構成する各種光学素子をこの共通光路に対応して配置すればよく、光ピックアップ装置の構造を簡略化できると共に、装置の部品点数を削減できる。

また、回折光学素子に全ての光束をほぼ無限平行光として入射させる。

従って、情報の再生及び／又は記録を行なう際に対物光学素子を光情報記録媒体に対して移動させるトラッキング時の像高特性の悪化を防止でき、コマ収差や非点収差等の各種収差の発生を抑えることができる。

また、温度変化により発生する球面収差も抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に関わる光ピックアップ装置の図である。

【図 2】

本発明に関わる、別の態様の光ピックアップ装置の図である。

【図 3】

対物光学素子の構造を示す要部縦断面図である。

【図 4】

縦球面収差図 (a) ~ (c) である。

【図 5】

縦球面収差図 (a) ~ (c) である。

【図 6】

対物光学素子の構造を示す要部縦断面図である。

【図 7】

対物光学素子の構造を示す要部縦断面図である。

【図 8】

縦球面収差図 (a) ~ (c) である。

【図 9】

対物光学素子の構造を示す要部縦断面図である。

【図 1 0】

縦球面収差図 (a) ~ (c) である。

【図 1 1】

対物光学素子の構造を示す要部縦断面図である。

【図 1 2】

対物光学素子の構造を示す要部縦断面図である。

【図 1 3】

波長変動時の縦球面収差の変動量と開口数 (NA) を示すグラフである。

【図 1 4】

各光束の波面収差及び回折効率を示す表である。

【図 1 5】

波長 λ 1 の光束の集光位置 f B と開口数を示すグラフである

【図 1 6】

波長 λ 2 の光束の集光位置 f B と開口数を示すグラフである

【図 1 7】

波長 λ 3 の光束の集光位置 f B と開口数を示すグラフである

【図 1 8】

波長変動時の縦球面収差の変動量と開口数 (NA) を示すグラフである。

【図 1 9】

各光束の波面収差及び回折効率を示す表である。

【図 2 0】

波長 λ_1 の光束の集光位置 f_B と開口数を示すグラフである

【図 2 1】

波長 λ_2 の光束の集光位置 f_B と開口数を示すグラフである

【図 2 2】

波長 λ_3 の光束の集光位置 f_B と開口数を示すグラフである

【符号の説明】

L D 1 第 1 光源

L D 2 第 2 光源

L D 3 第 3 光源

L D 2' 第 2 光源 (2 波長 1 パッケージ)

S 1 センサー

S 2 センサー

S 3 センサー

S 2' センサー

S L 1 センサーレンズ

S L 2 センサーレンズ

S L 3 センサーレンズ

D P 回折板

B S 1 ビームスプリッタ

B S 2 ビームスプリッタ

B S 3 ビームスプリッタ

B S 4 ビームスプリッタ

C L 1 コリメータ

C L 2 コリメータ

C L 3 コリメータ

I R 絞り

O B L 対物光学素子

D 1 光ディスク (「高密度な光ディスク」)

D 2 光ディスク (D V D)

D 3 光ディスク (C D)

L 光軸

R s 輪帯状光学面

R 1 輪帯状光学面

1 0 対物光学素子

1 1 光学面 (出射面)

1 2 光学面 (入射面)

2 0 段差面

3 0 第 1 回折構造

4 0 第 2 回折構造

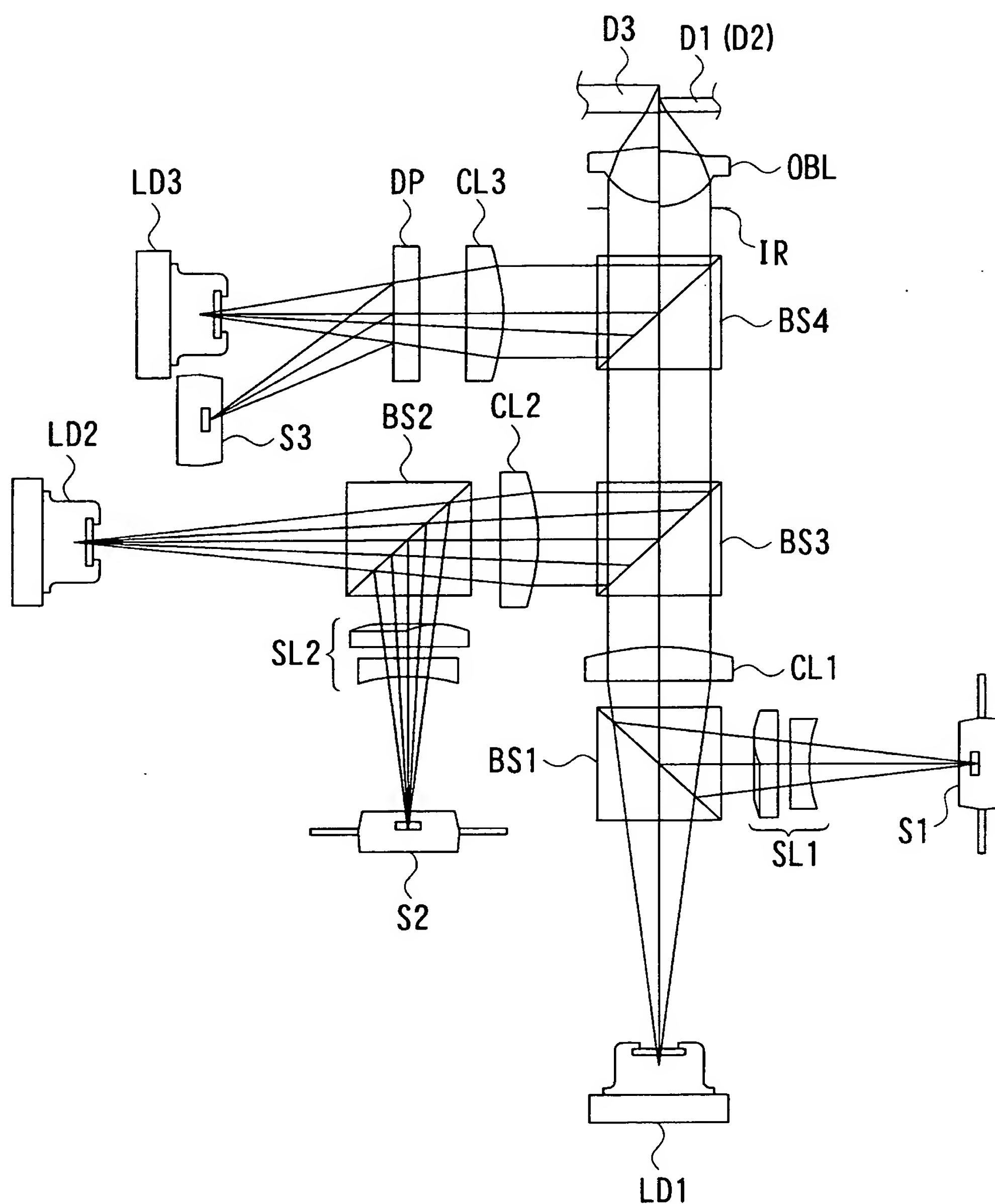
5 0 屈折面

6 0 輪帯状光学面

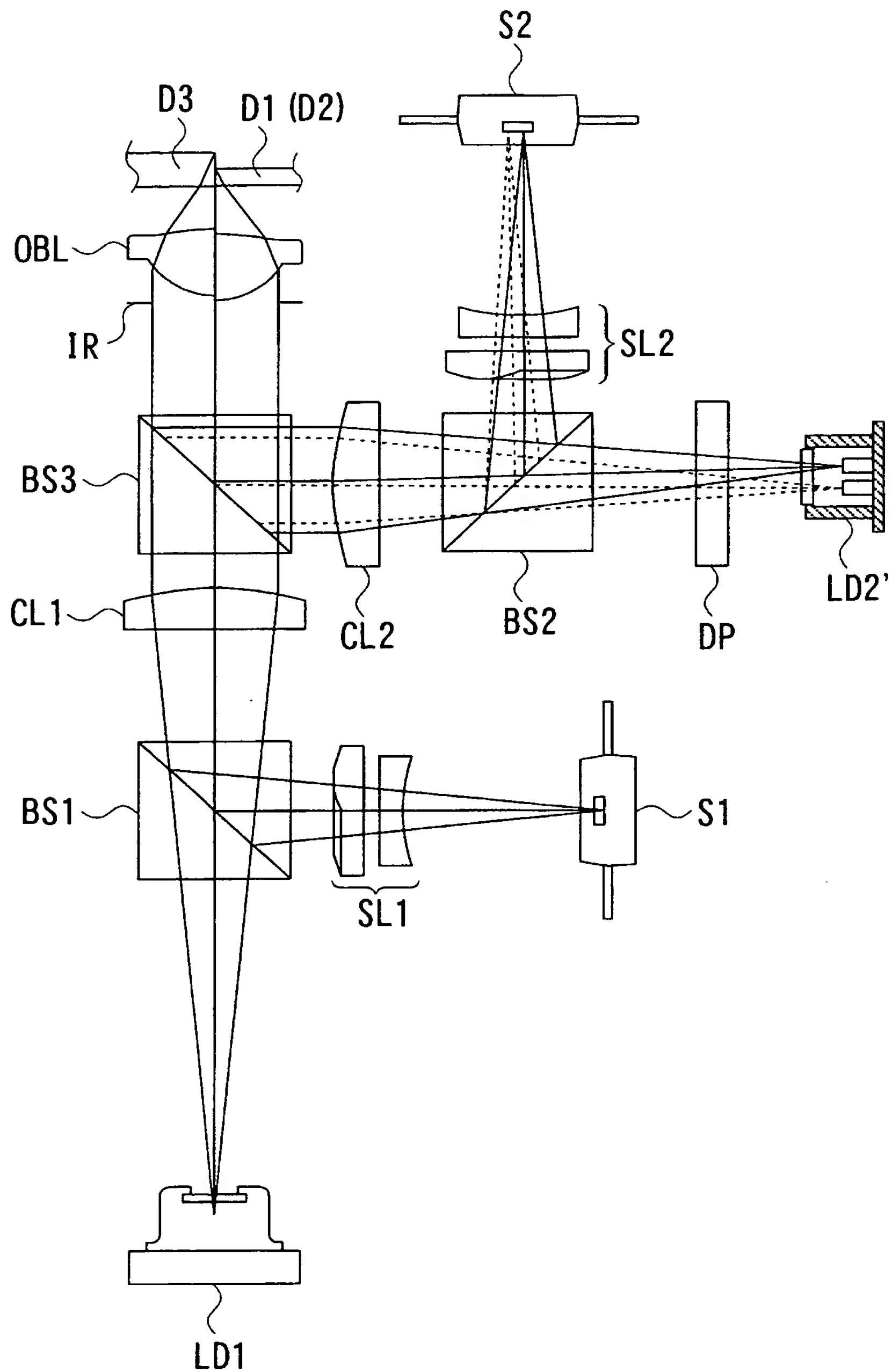
7 0 段差面

【書類名】 図面

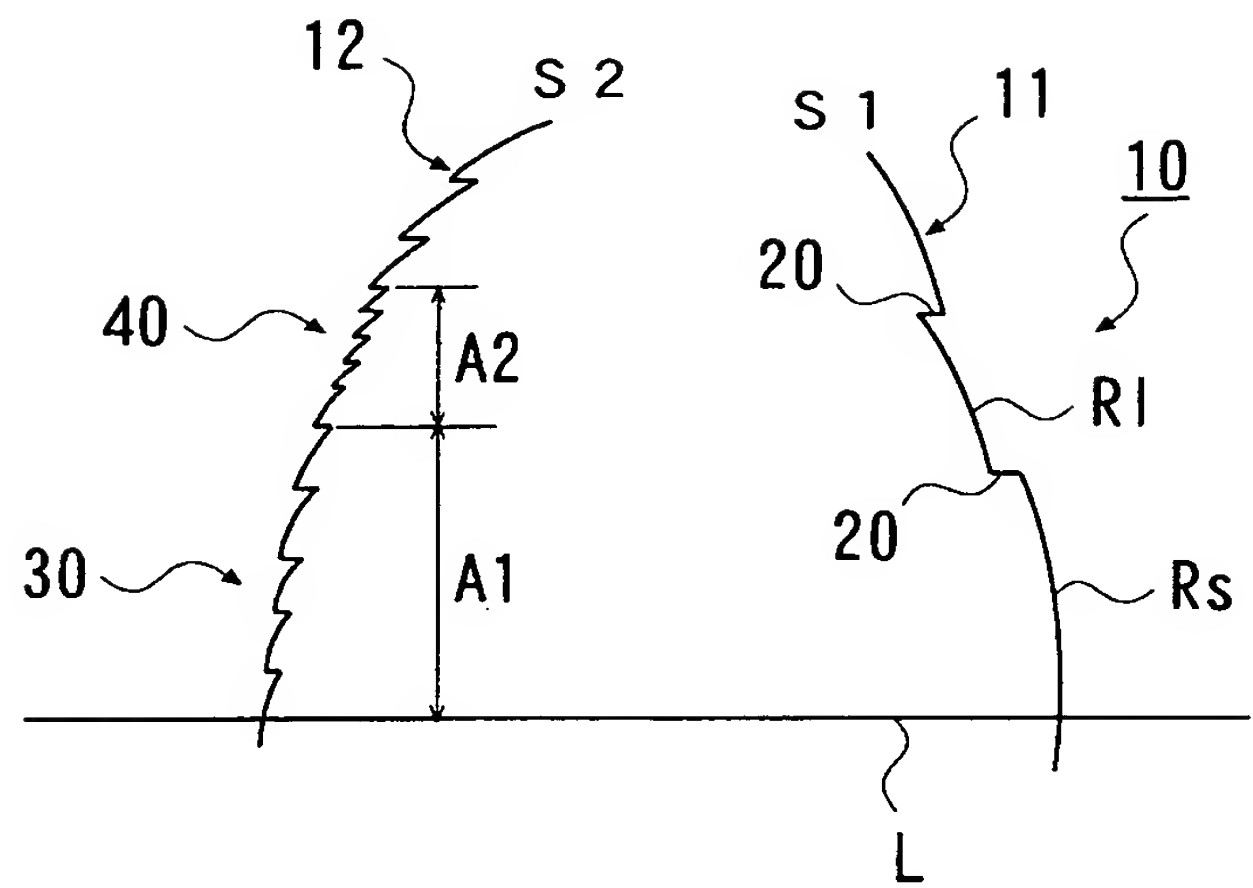
【図 1】



【図 2】

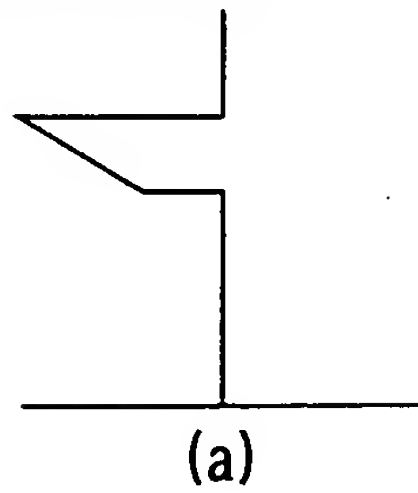


【図 3】



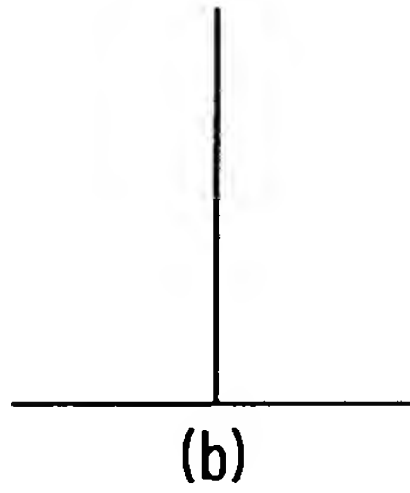
【図 4】

高密度な光ディスク



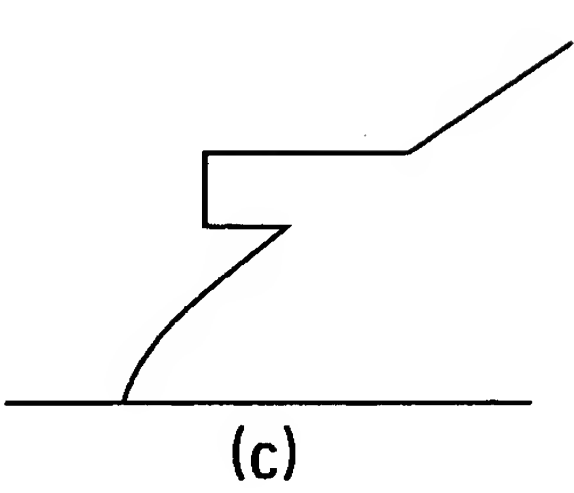
(a)

DVD



(b)

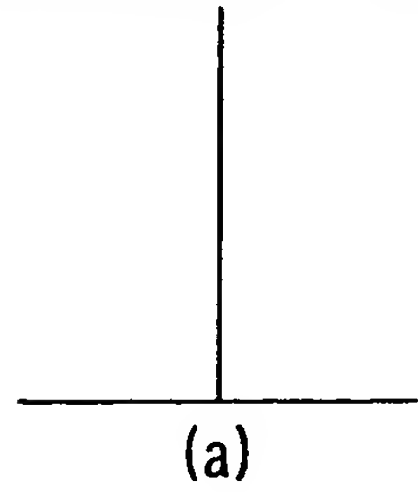
CD



(c)

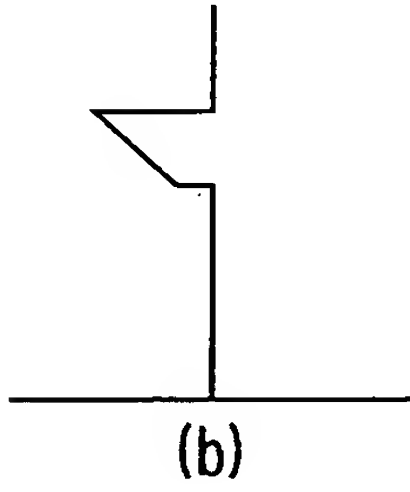
【図 5】

高密度な光ディスク



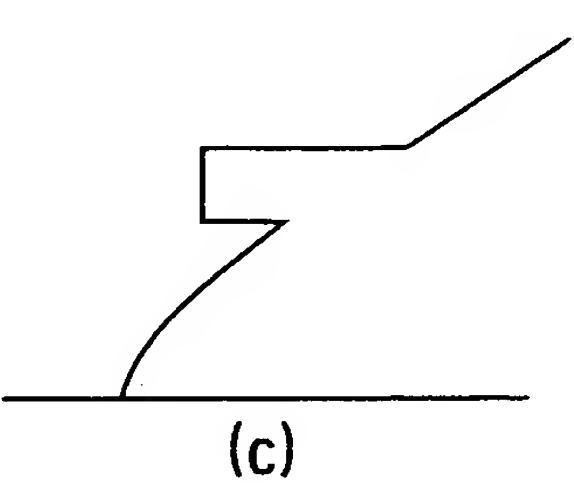
(a)

DVD



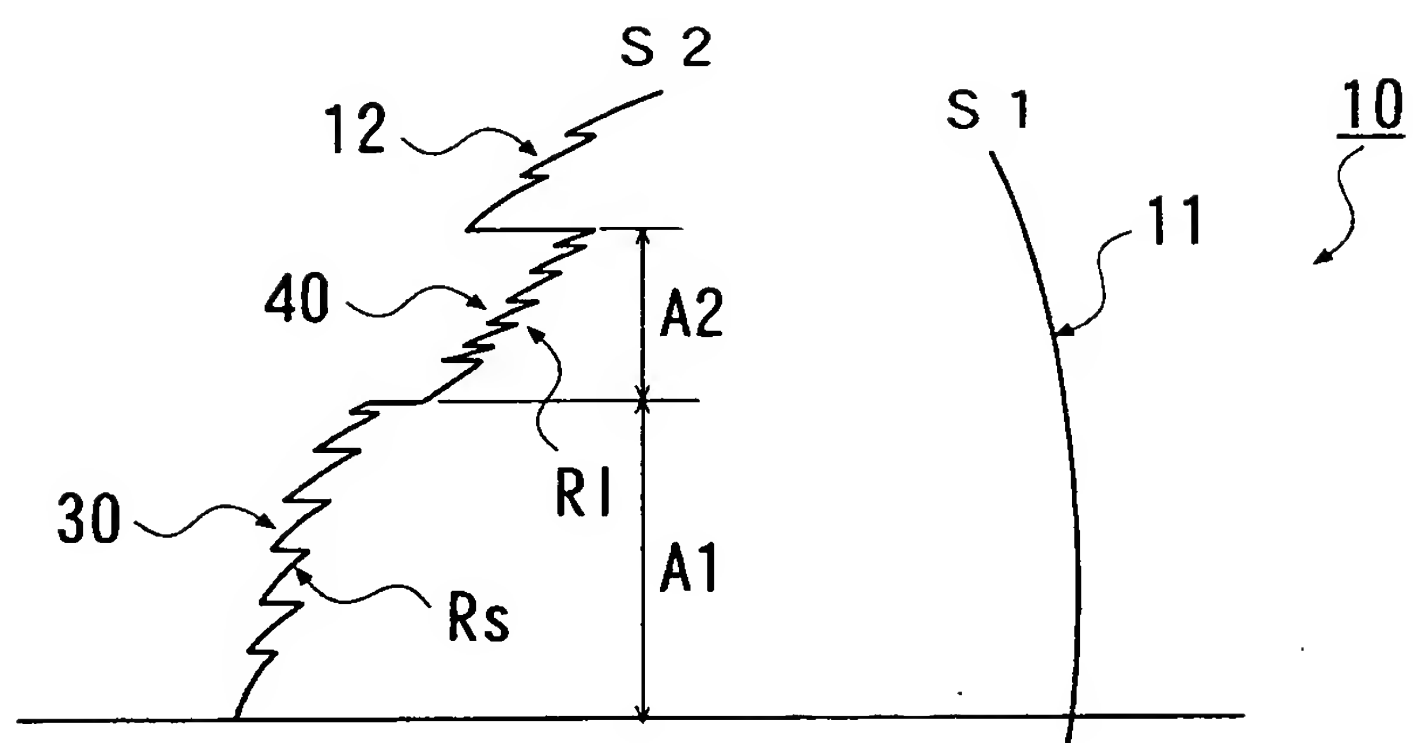
(b)

CD

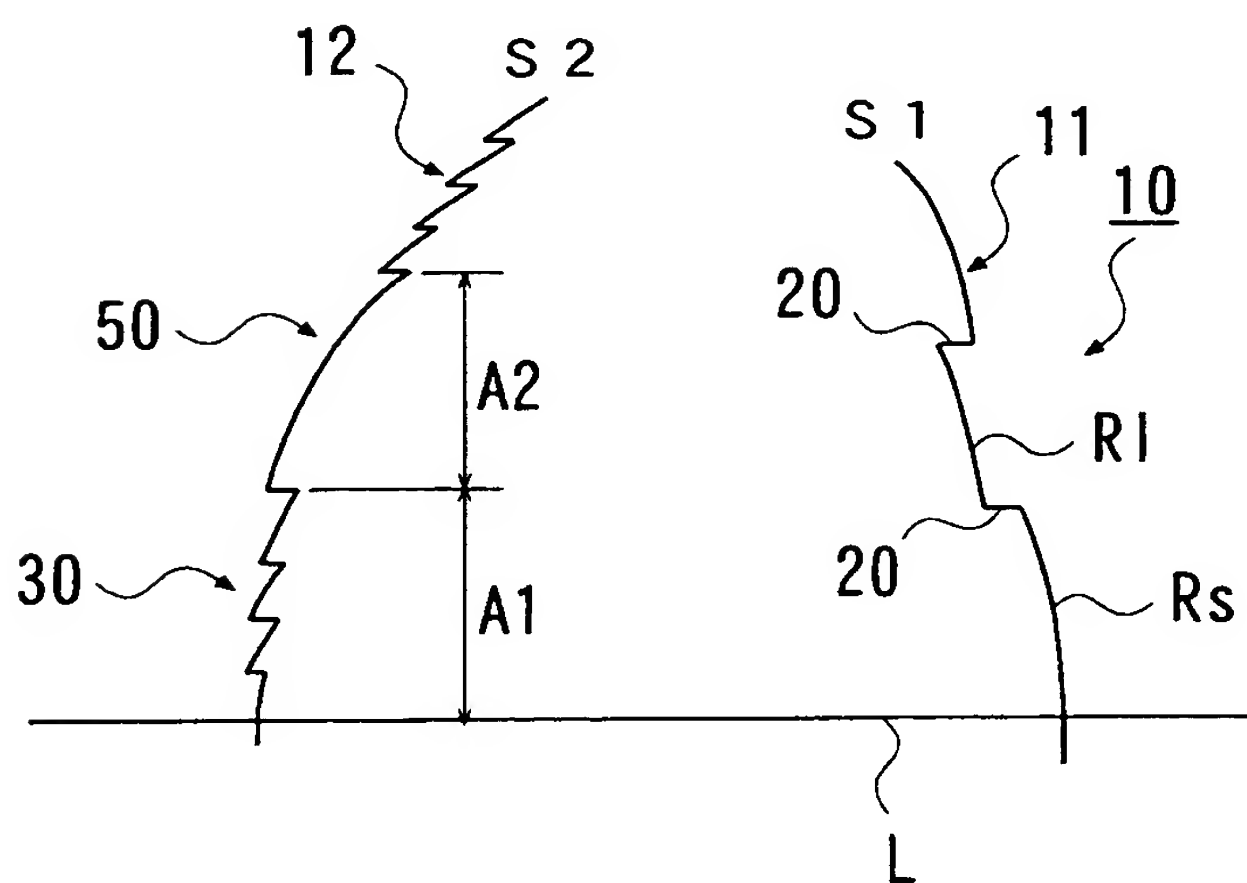


(c)

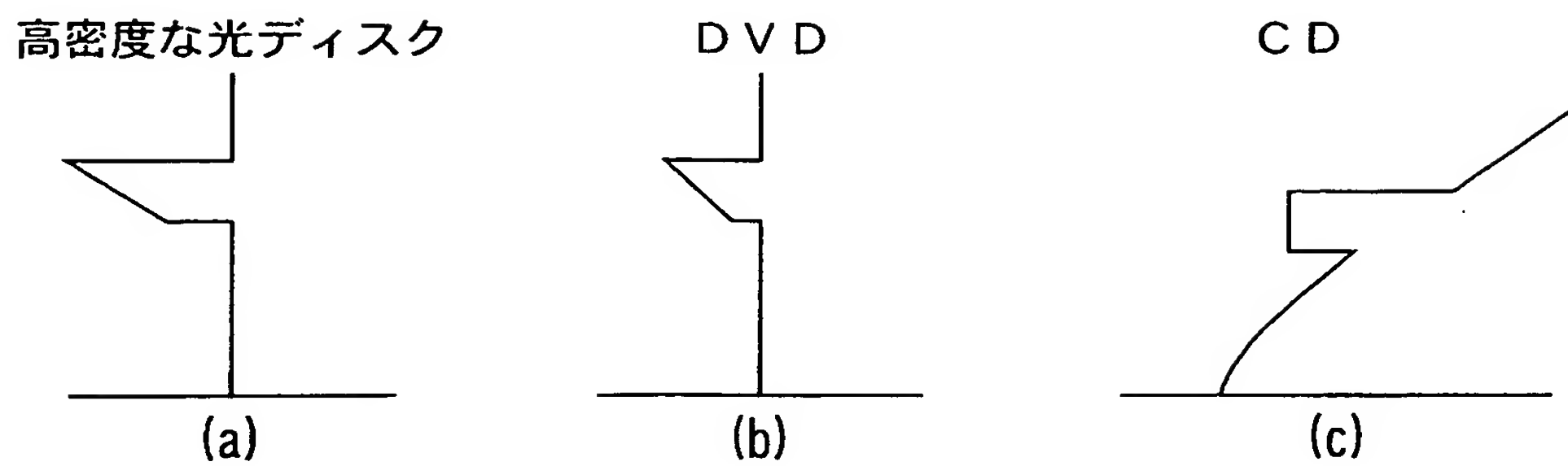
【図 6】



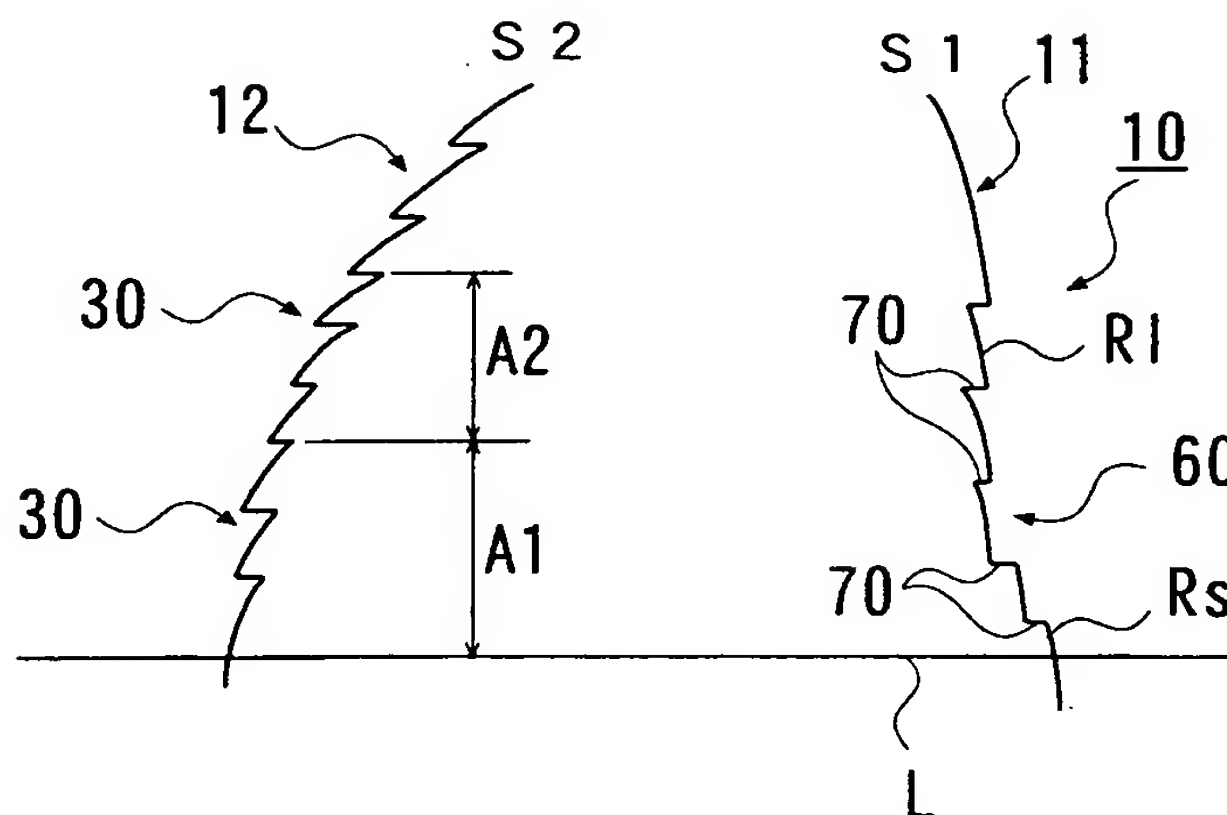
【図 7】



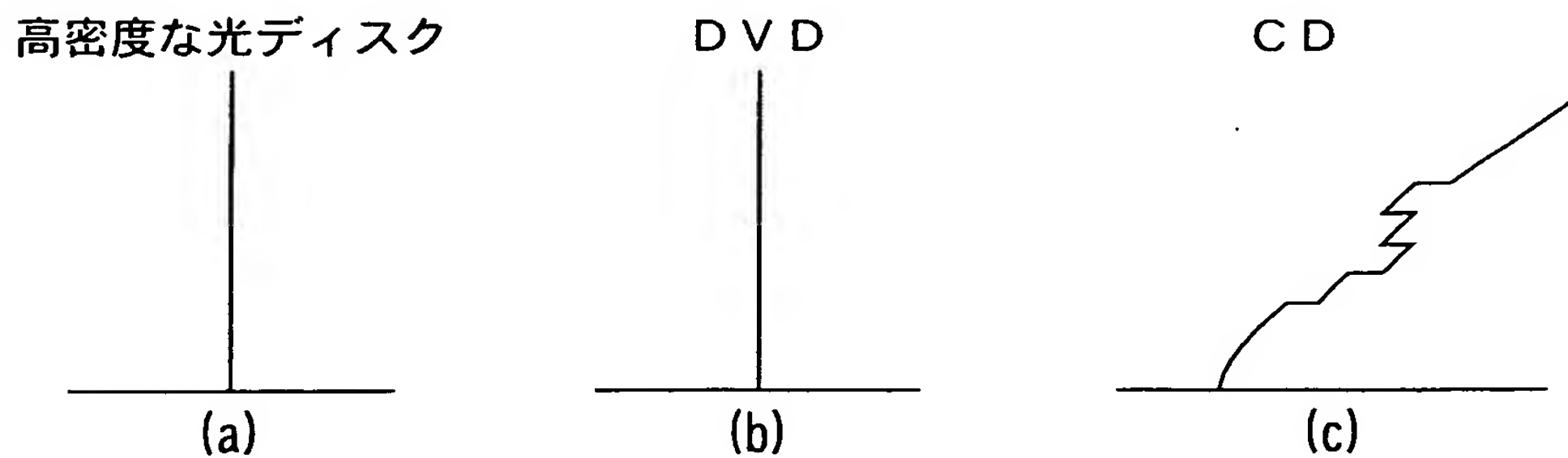
【図 8】



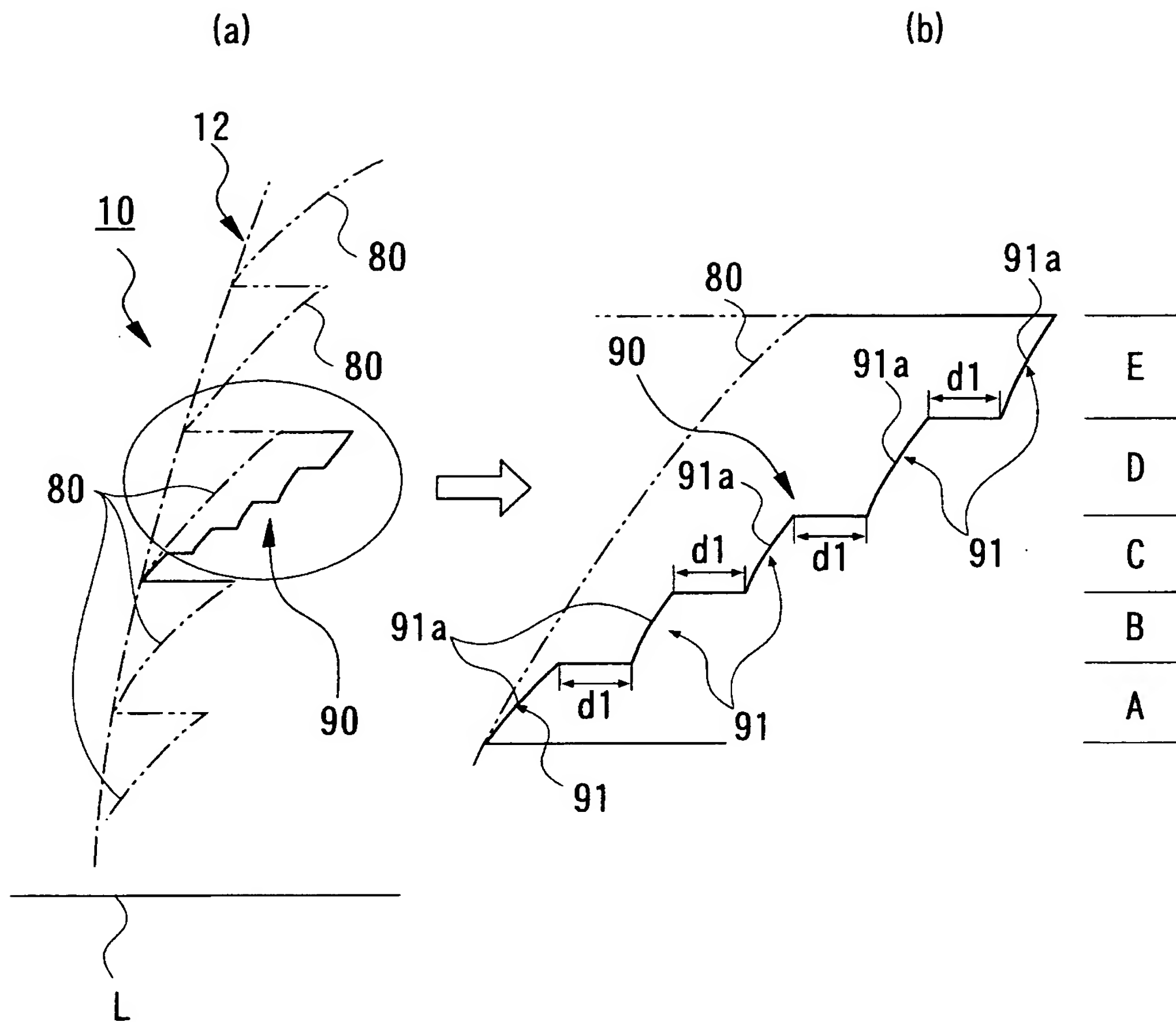
【図 9】



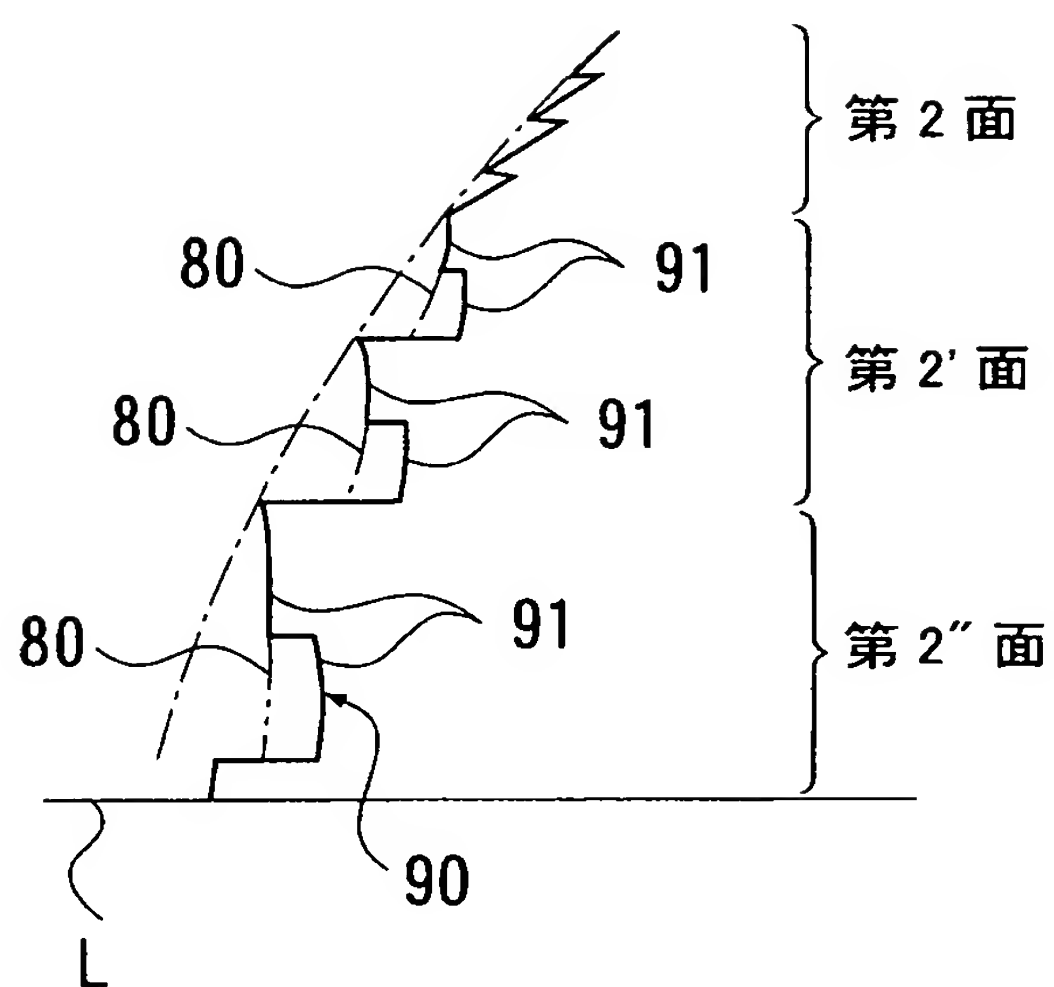
【図 10】



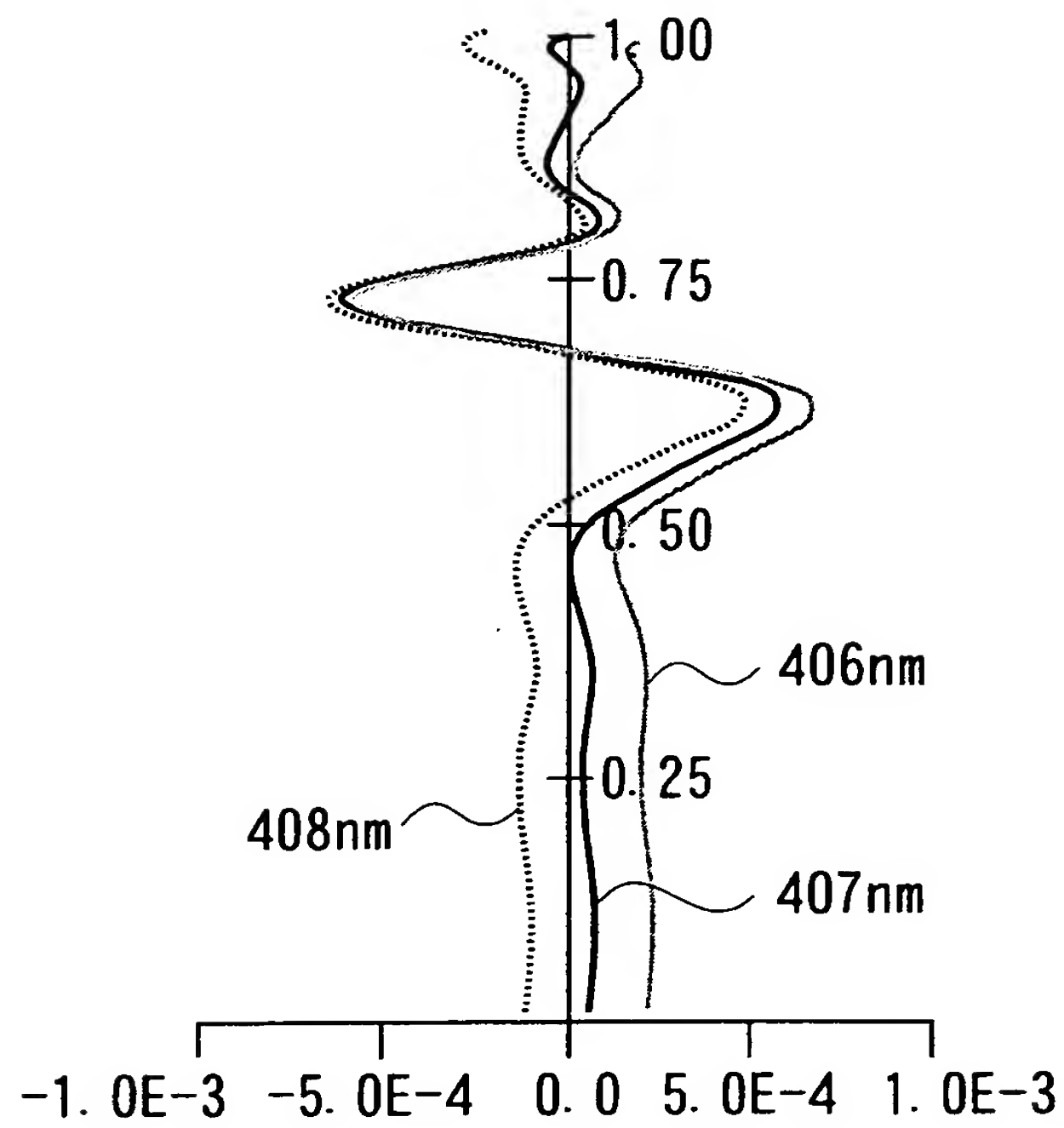
【図 11】



【図 12】



【図 13】

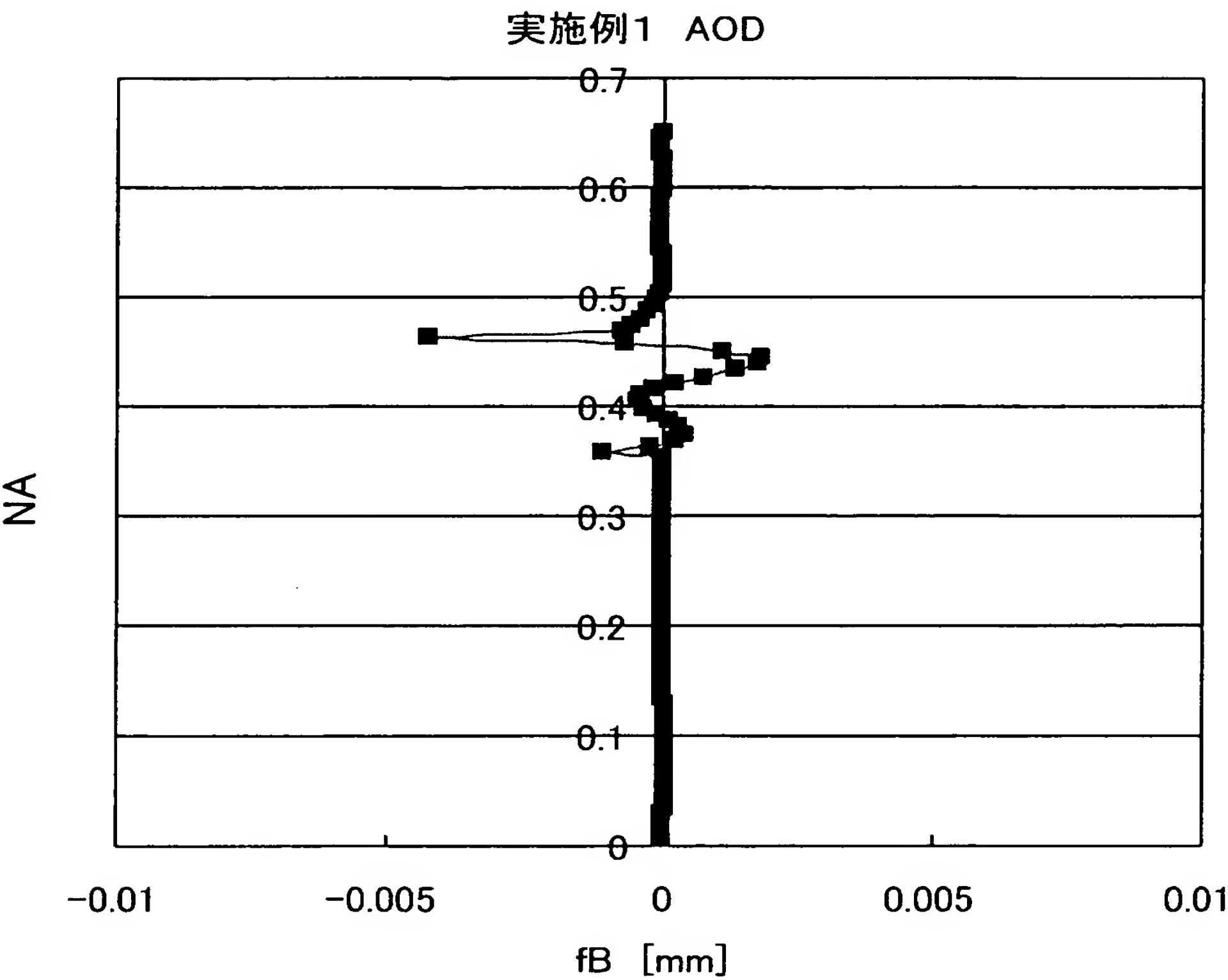


【図 1 4】

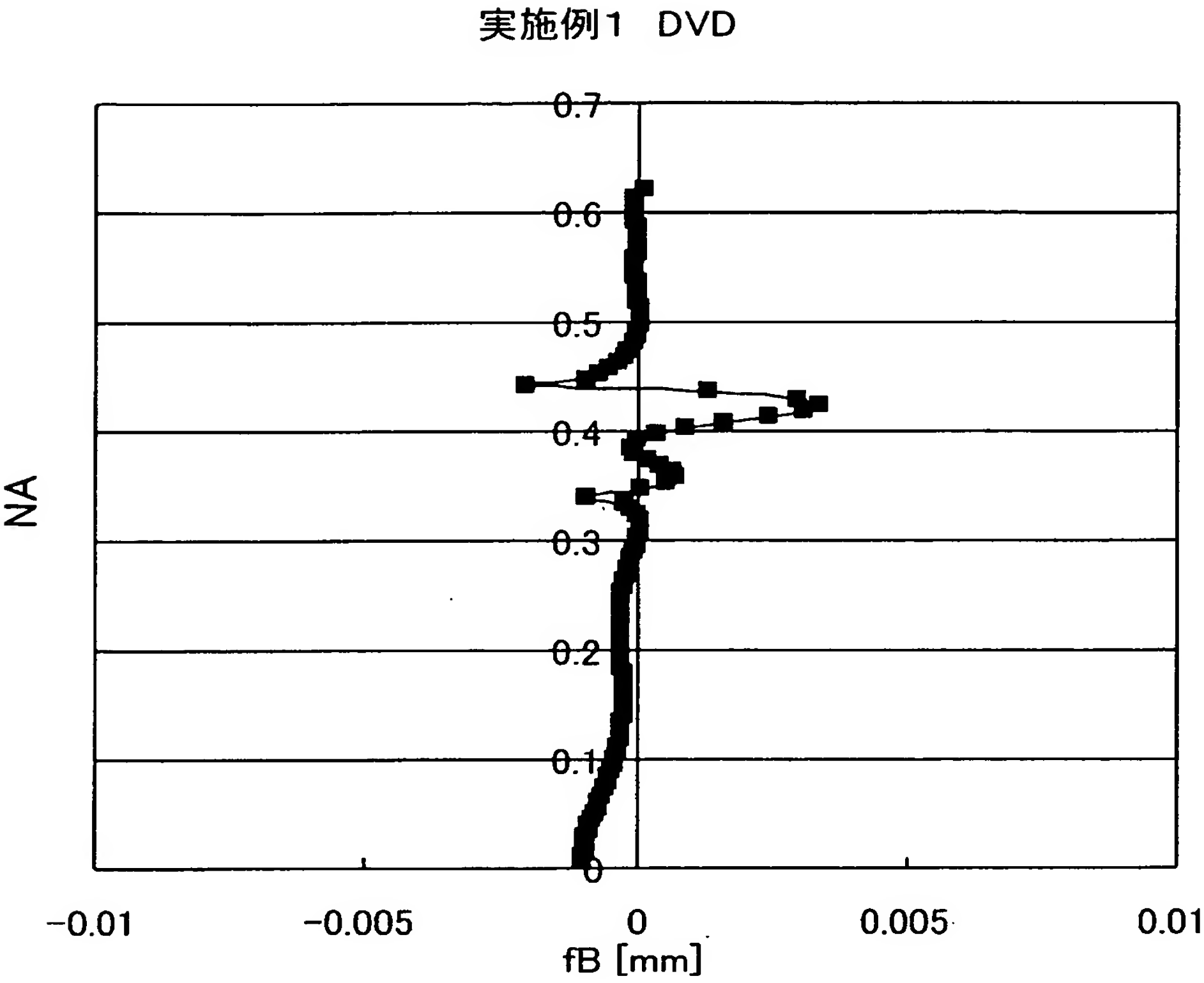
実施例 1 各フォーマットに対する波面収差と回折効率

	AOD	DVD	CD
波面収差	0.009 λ rms	0.014 λ rms	0.014 λ rms
回折効率	96%	85%	46%

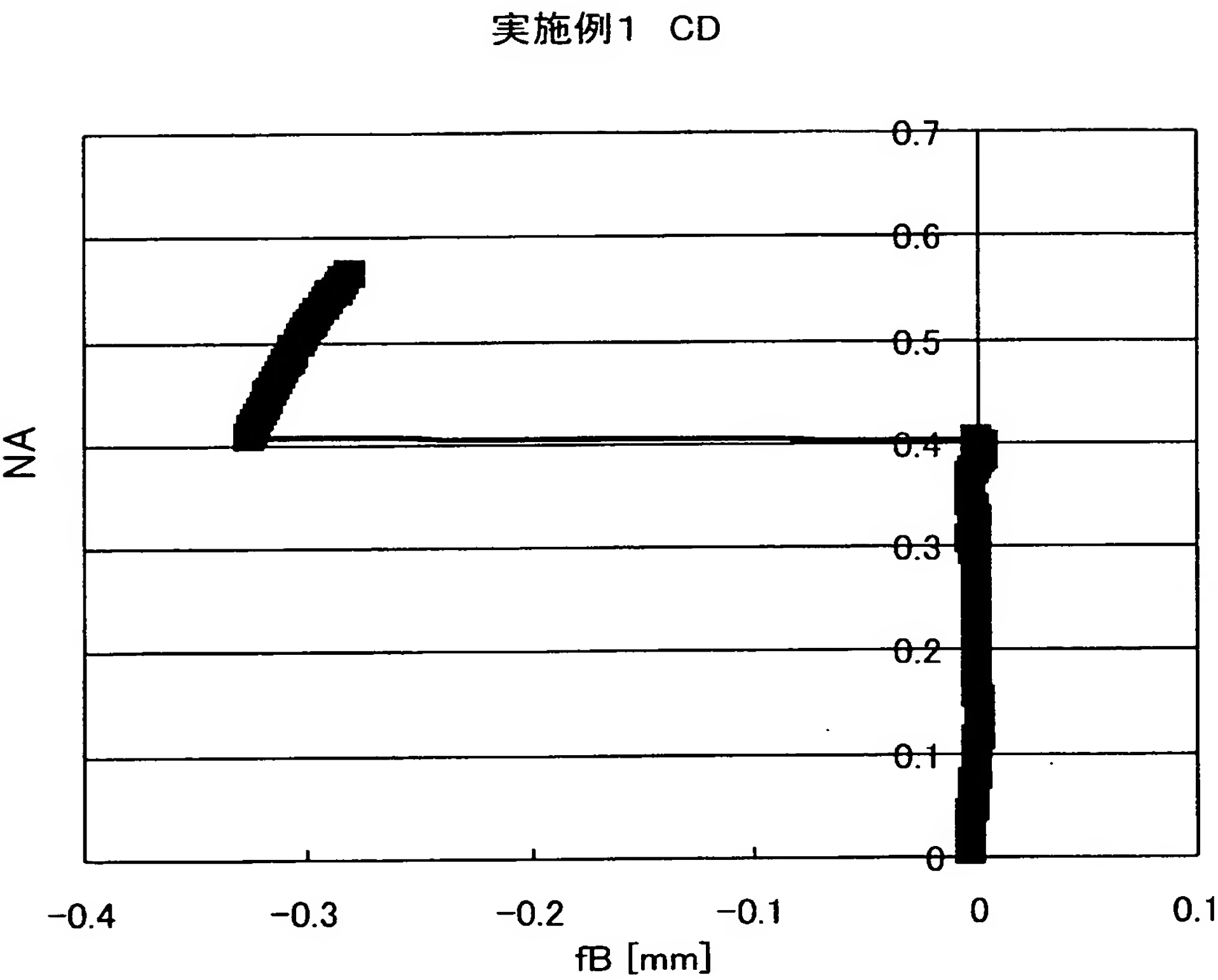
【図 1 5】



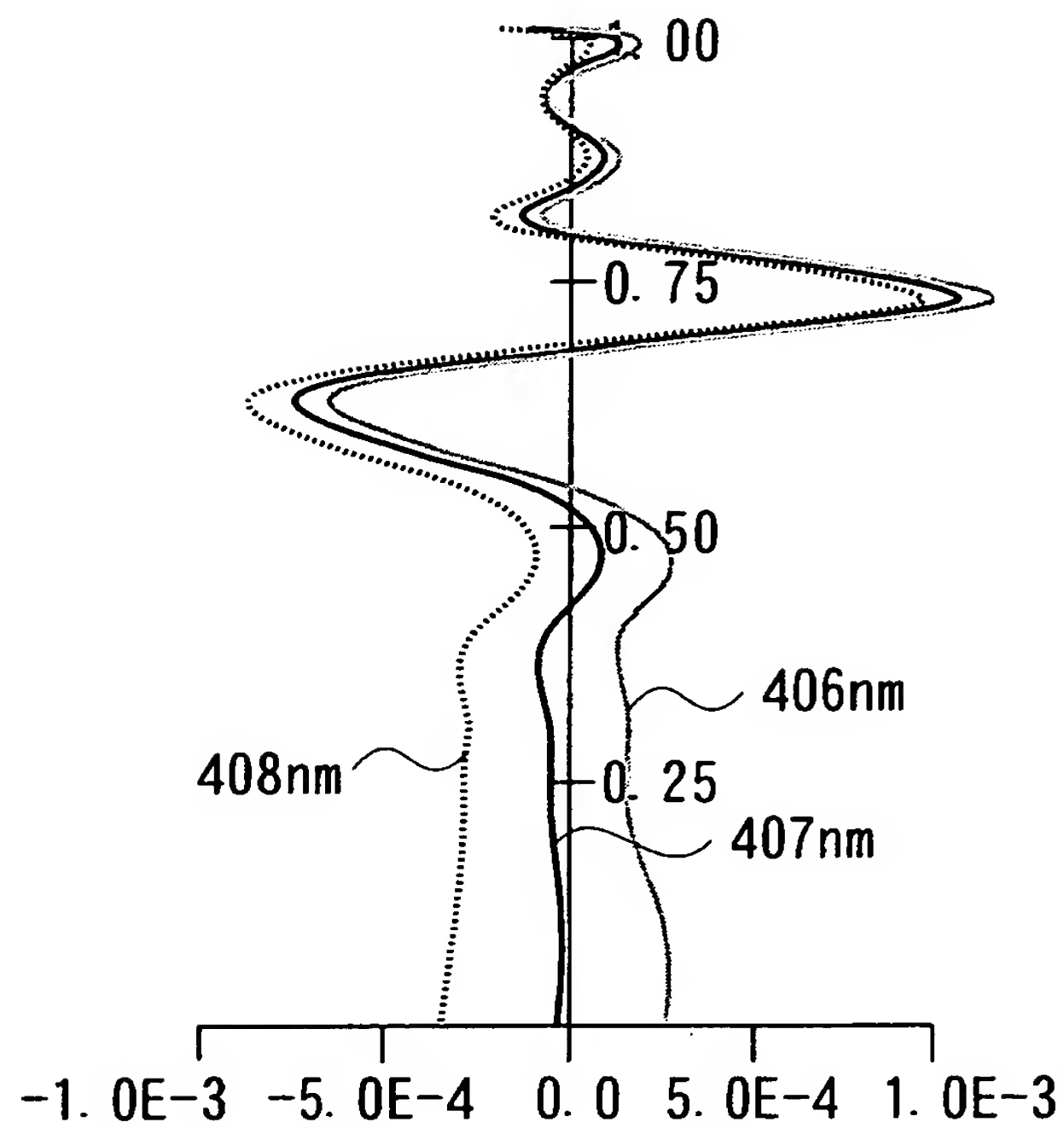
【図 16】



【図 1 7】



【図 18】

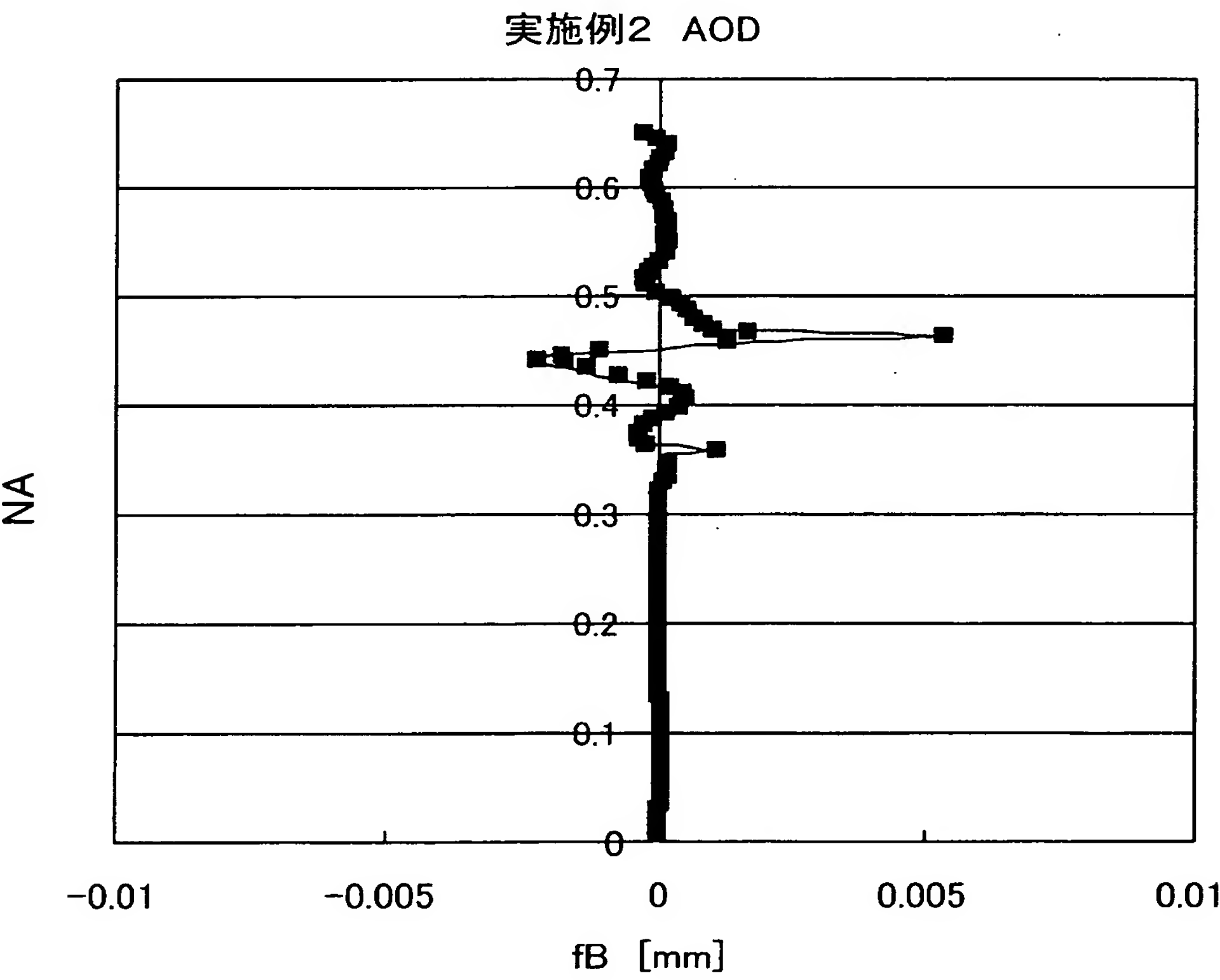


【図 1 9】

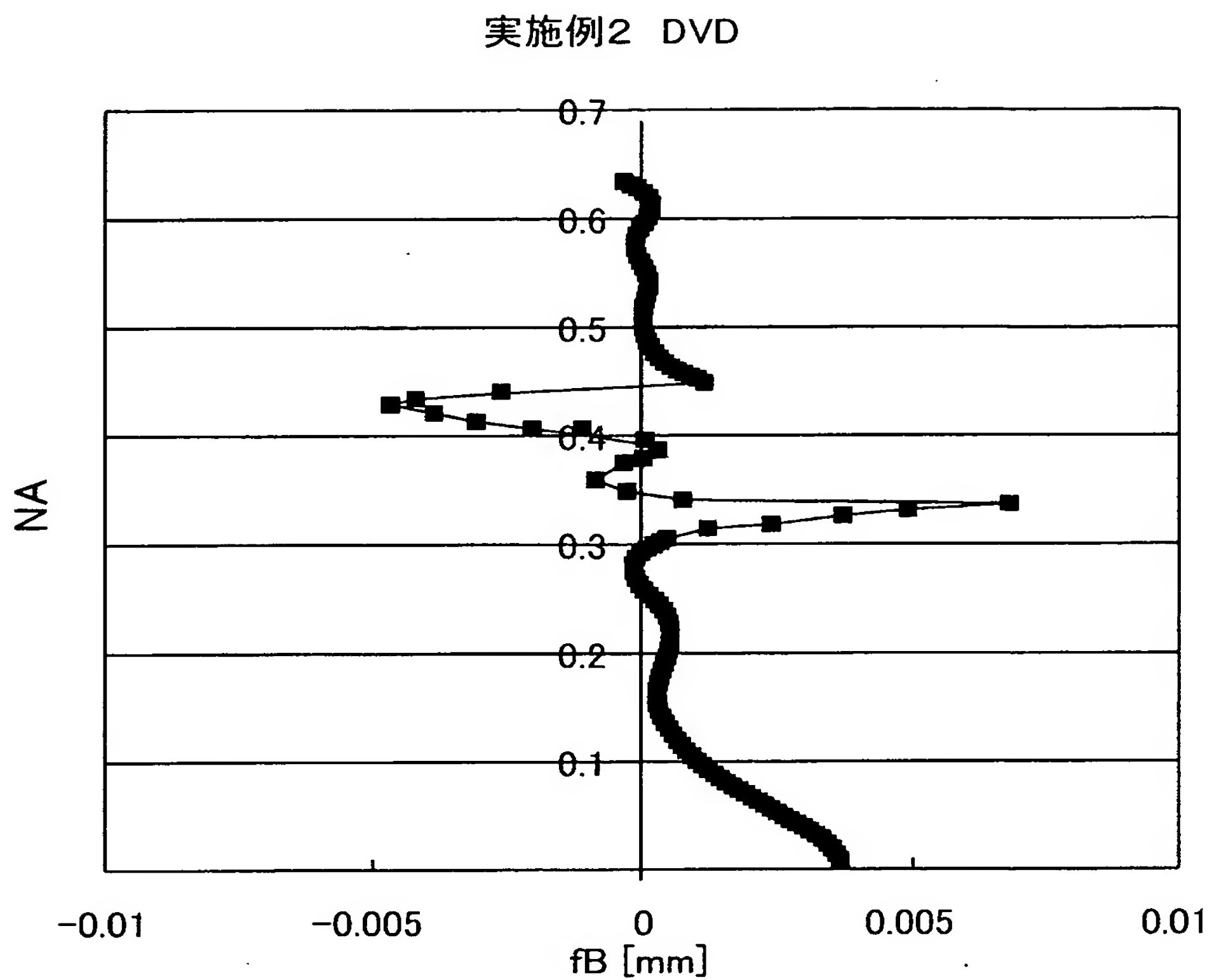
実施例2 各フォーマットに対する波面収差と回折効率

	AOD	DVD	CD
波面収差	0.011 λ rms	0.022 λ rms	0.033 λ rms
回折効率	99%	91%	46%

【図 2 0】

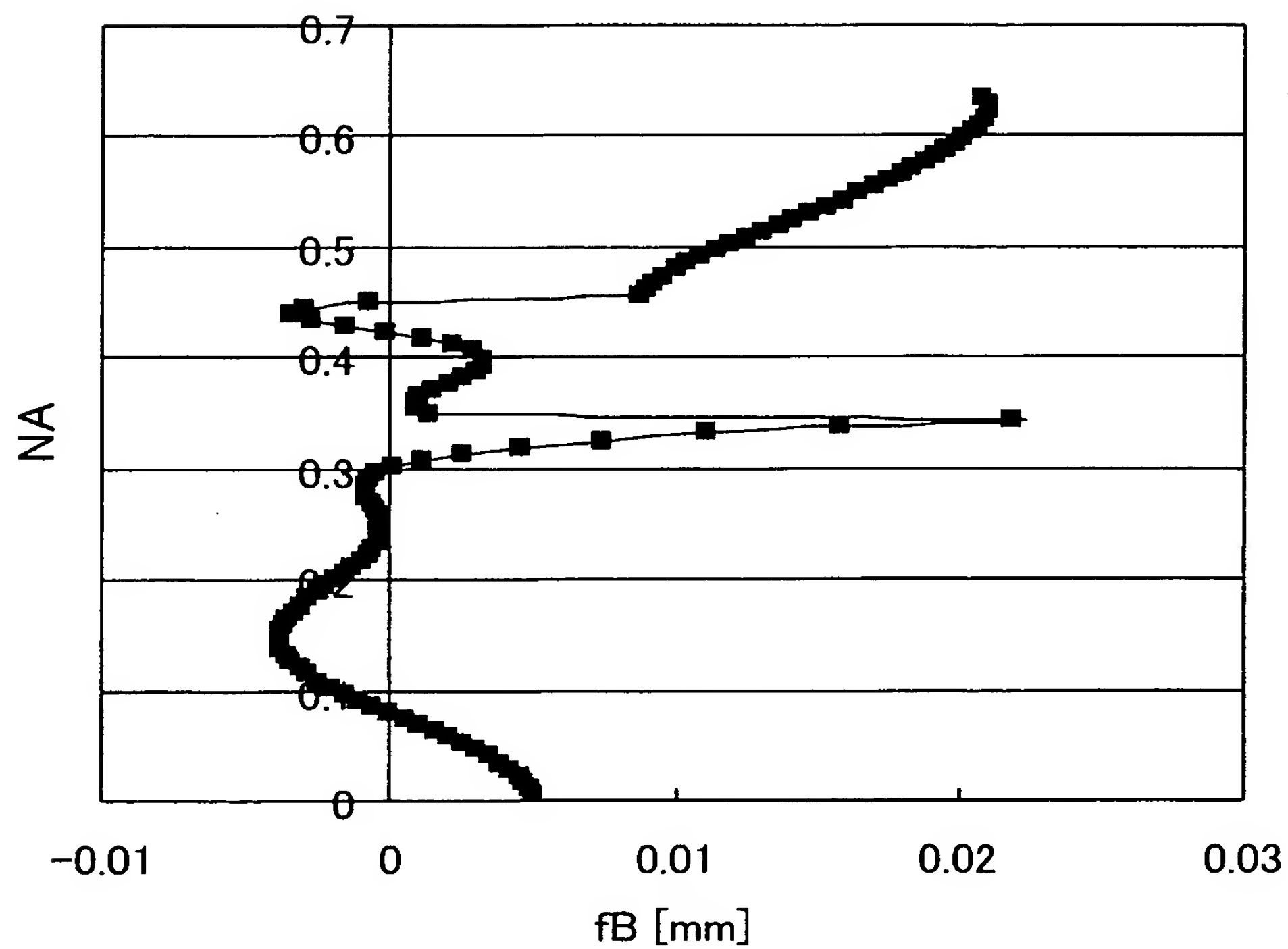


【図 21】



【図 22】

実施例2 CD



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用波長や保護基板厚が異なる 3 種類の光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、各種収差の発生を抑制し、かつ部品点数を削減できる光ピックアップ装置及び光学素子を提供する。

【解決手段】 第 1 ～ 第 3 の光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ の光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置であって、第 1 ～ 第 3 光源の共通光路に配置され、第 1 回折構造を有する回折光学素子を備え、各光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、回折光学素子に全ての前記光束をほぼ同じ角度で入射させ、第 1 光情報記録媒体に対して回折光学素子によって生じる m (m は自然数) 次の回折光による集光スポットが形成され、第 2 光情報記録媒体に対して前記回折光学素子によって生じる n (n は $n \neq m$ である自然数) 次の回折光による集光スポットが形成される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 0 1 8 6 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 7 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号
氏 名 コニカ株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 8 月 4 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号
氏 名 コニカミノルタホールディングス株式会社
3. 変更年月日 2 0 0 3 年 8 月 2 1 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
氏 名 コニカミノルタホールディングス株式会社